fare elettronica

CULTURA ELETTRONICA APPLICATA

GENNAIO
n° 247 • Anno 22
MENSILE

CPLD By Example

MIKROBASIC
Come si memorizzano i dati e le informazioni

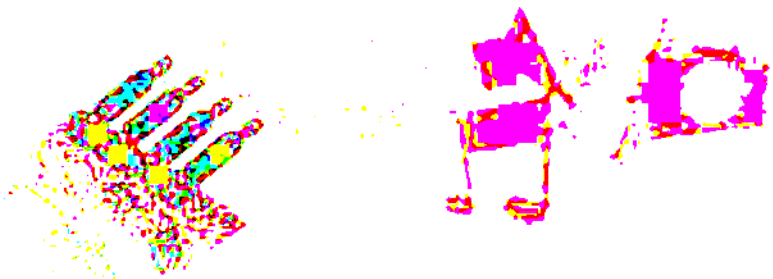
LA TECNICA DDS
Generatore di toni standard DTMF/TELECOM/MUSICA

USARE PROTEUS
Simulazione interattiva e grafica

L'AMPLIFICATORE OPERAZIONALE DALLA A ALLA Z
L'alimentazione degli op-amp

Elettronicando

Ripetitore di telecomandi IR con autoapprendimento



INWARE EDIZIONI
ISSN 1591-2272
9 771591 227008 60247

€ 5,50

Fare Elettronica
sta preparando per te
un nuovo bellissimo
Numero Speciale
lo troverai in tutte le edicole a Febbraio*

* Se sei abbonato a Fare Elettronica richiedi la tua copia del Numero Speciale "FIRMWARE", ti sarà recapitata comodamente a casa a soli €3 anzichè €6.

Telefona subito allo 02-66504794 oppure collegati a www.farelettronica.com/firmware

More Info Please!

L'interazione col lettore è sempre stato un punto focale per la nostra Redazione. Prima con *Mailbox*, poi con *Prima Pagina*, abbiamo sempre cercato di mantenere un filo diretto tra noi ed il lettore, anche l'indirizzo email riportato sotto il nome dell'autore aveva questo scopo. Ma da questo numero, vede la luce una nuova implementazione su cui abbiamo lavorato a lungo: *"More Info Please" (MIP)*.
Si tratta di un potente strumento, disponibile anche sul sito web *www.farelettronica.com/mip*, che vi consente di richiedere maggiori informazioni su tutti i contenuti di Fare Elettronica, siano questi rubriche, articoli o inserzioni pubblicitarie. Grazie a questo servizio, sarà per voi molto più semplice ottenere velocemente le informazioni che desiderate. Un numero, riportato ben visibile in fondo agli articoli o all'interno delle inserzioni, vi consentirà la scelta dei contenuti per i quali desiderate maggiori dettagli.
Sempre per dare una migliore informazione e disponibilità dei contenuti, abbiamo istituito un elenco delle aziende citate, posizionato nella pagina del sommario, molto utile per capire "al volo" se l'informazione che si cerca può trovarsi all'interno del fascicolo.
Siamo sicuri che questo servizio semplificherà e velocizzerà drasticamente la comunicazione tra gli autori dei contenuti, le aziende che presentano i propri prodotti e voi, cari lettori, che siete sempre al centro delle nostre scelte editoriali.

Iniziamo questo nuovo anno parlando di un argomento che, a giudicare dal numero delle richieste pervenute in Redazione, desta molto interesse: *I dispositivi di protezione da sovratensioni*. In questo articolo sono presentati i più moderni componenti impiegati nel campo delle protezioni da sovratensione per linee di comunicazione, saranno anche presentate delle soluzioni circuitali. Non mancheremo di approfondire questo argomento in futuro.
Con questo numero si conclude *Elettronicando*, il corso che per un anno ha accompagnato i lettori meno esperti alla scoperta dell'elettronica analogica, ma stiamo già lavorando alla prossima versione che sarà focalizzata sull'elettronica digitale. Termina anche *Usare Proteus* il corso introduttivo all'utilizzo del famoso CAE-CAD professionale.
Gli appassionati di automazioni troveranno estremamente interessante il progetto del *ripetitore di telecomandi con autoapprendimento*, questo mese ne analizzeremo l'hardware, nel prossimo numero andremo alla scoperta delle tecniche software utilizzate. Un nuovo progetto completa la serie dedicata alla *tecnica DDS*, mentre per il corso sul *Mikrobasic* scopriremo come *memorizzare i dati e le informazioni* nella memoria eeprom del PICmicro. Completano il numero: una nuova puntata di *Amplificatori operazionali dalla A alla Z* ed un nuovo articolo della serie *CPLD By Example* dedicato alla costruzione di un'*interfaccia di programmazione in-system*.

Concludo questo mio intervento informandovi che, a causa di un problema tecnico, lo speciale **Firmware** dedicato ai microcontrollori PICmicro, non sarà nelle edicole a Gennaio, come previsto e precedentemente annunciato, bensì a Febbraio. Ci scusiamo per questo disguido ma è anche un'ottima occasione per gli abbonati ritardatari che potranno così approfittare dell'offerta a loro riservata. Gli abbonati a Fare Elettronica possono infatti prenotare la loro copia di Firmware al prezzo speciale di € 3,00 anziché € 6,00. Approfittate di questa occasione ed abbonatevi adesso!
Non mi resta che augurarvi una piacevole lettura e, augurandovi un 2006 pieno di soddisfazioni, vi rinnovo l'appuntamento in edicola a Febbraio.

Tiziano Galizia
t.galizia@farelettronica.com

fare elettronica
CULTURA ELETTRONICA APPLICATA!
www.farelettronica.com

DIRETTORE RESPONSABILE
Antonio Cirella

DIRETTORE DI REDAZIONE
Tiziano Galizia

DIRETTORE TECNICO
Maurizio Del Corso

HANNO COLLABORATO IN QUESTO NUMERO
Giovanni Di Maria, Riccardo Nicoletti, Paolo Sancono
Salvatore Torrisi, Nico Grilloni, Agostino Rolando

DIREZIONE • REDAZIONE • PUBBLICITÁ
INWARE srl - Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504794 - 02.66504755 - Fax 02.66508225
info@inware.it - www.inwaredizioni.it
Redazione: redazione@farelettronica.com

PROGETTO GRAFICO E IMPAGINAZIONE
Graficonsult - Milano

STAMPA
ROTO 2000 - Via L. da Vinci, 18/20 - 20080, Casarile (MI)

DISTRIBUZIONE
Parrini & C. S.p.a. - Viale Forlanini, 23 - 20134, Milano

UFFICIO ABBONAMENTI
INWARE srl - Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)
Per informazioni, sottoscrizione o rinnovo dell'abbonamento:
abbonamenti@farelettronica.com
Tel. 02.66504794 - Fax. 02.66508225
L'ufficio abbonamenti è disponibile telefonicamente
dal lunedì al venerdì dalle 14,30 alle 17,30

Poste Italiane S.p.a. - Spedizione in abbonamento Postale
D.L. 353/2003 (conv. In L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma1, DCB Milano.
Abbonamento per l'Italia: € 45,00
Abbonamento per l'estero: € 115,00

Gli arretrati potranno essere richiesti, per iscritto, al seguente costo:
Numero singolo: € 7,50
Numero doppio: € 9,00
Numero con allegato: € 8,50

Autorizzazione alla pubblicazione del Tribunale di Milano n. 647 del 17/11/2003.
Iscrizione al R.O.C. n. 11035 19/11/2003

© Copyright - Tutti i diritti di riproduzione o di traduzione degli articoli pubblicati sono riservati. Manoscritti, disegni e fotografie sono di proprietà di INWARE srl. È vietata la riproduzione anche parziale degli articoli salvo espressa autorizzazione scritta dell'editore. I contenuti pubblicitari sono riportati senza responsabilità, a puro titolo informativo.

Privacy - Nel caso la rivista sia pervenuta in abbonamento o in omaggio, si rende noto che i dati in nostro possesso sono impiegati nel pieno rispetto del D.Lgs. 196/2003. I dati trasmessi a mezzo cartoline o questionari presenti nella rivista, potranno venire utilizzati per indagini di mercato, proposte commerciali, o l'inoltro di altri prodotti editoriali a scopo di saggio. L'interessato potrà avvalersi dei diritti previsti dalla succitata legge. In conformità a quanto disposto dal Codice di deontologia relativo al Trattamento di dati personali art. 2, comma 2, si comunica che presso la nostra sede di Cormano Via Cadorna 27, esiste una banca dati di uso redazionale. Gli interessati potranno esercitare i diritti previsti dal D.Lgs. 196/2003 contattando il Responsabile del Trattamento Inware Srl (info@inwaredizioni.it).

RICHIESTE DI ASSISTENZA
Per richiedere assistenza o chiarimenti sugli articoli pubblicati, vi preghiamo di contattare direttamente l'autore. Se questo non fosse possibile, utilizzate il modulo di contatto che trovate sul nostro sito web www.farelettronica.com.

COLLABORARE CON FARE ELETTRONICA
Le richieste di collaborazione vanno indirizzate all'attenzione di Tiziano Galizia *(t.galizia@farelettronica.com)* e accompagnate, se possibile, da una breve descrizione delle vostre competenze tecniche e/o editoriali, oltre che da un elenco degli argomenti e/o progetti che desiderate proporre.

ELENCO INSERZIONISTI

ARI Pompei . . . . . pag. 85
Viala Mons. Luigi di Liecro, 9/C - 80045 Pompei (NA)
Tel 081.8599101 - www.aripompei.it

Area Rebus . . . . . pag. 99
Viale Porta Adige, 45 - 45100 Rovigo
Tel 0425.28360 - www.compendiofiere.it

Blu Nautilus . . . . . pag. 45-65
Piazza Tre Martiri, 24 - 47900 Rimini
Tel 0541.53294 - www.blunautilus.it

Comis . . . . . pag. 69
Via Novegro - 20090 Segrate (MI)
Tel 02.7562711 - www.parcoesposizioninovegro.it

Compendio Fiere . . . . . pag. 41
Via Mammianese, 53 - 51017 Pescia (PT)
Tel 0572.490868 - www.compendiofiere.it

Comune di Scandiano (ufficio fiera) . . . . . pag. 89
Piazza Prampolini, 1 - 42019 Scandiano (RE)
Tel 0522.764290 - www.fierascandiano.it

Consorzio Elettrimpex . . . . . pag. 23
Via Console Flaminio,19 - 20134 Milano
Tel 02.210111230 - www.elettrimpex.it

Dinema . . . . . pag. 111
Via S. Polo, 183 - 25134 Brescia
Tel 030.2300492 - www.dinema.it

Eikon . . . . . pag. 21
Via Borgognina, 6 - 61030 Lucrezia (PU)
Tel 0721.877365 - www.eikonsite.it

EVR Electronics . . . . . pag. 95
Viale Kennedy, 96 - 20027 Rescaldina (MI)
Tel 0331.464893 - www.evr-electronics.com

Futura Elettronica . . . . . pag. 37-49
Via Adige, 11 - 21013 Gallarate (VA)
Tel 0331.792287 - www.futuranet.it

Idea Elettronica . . . . . pag. 39
Via S. Vittore 24/A - 21040 Oggiona con S.Stefano (VA)
Tel 0331.502868 - www.ideaelettronica.it

Millenium Dataware . . . . . pag. 27
Corso Repubblica, 48 - 15057 Tortona (AL)
Tel 0131.860254 - www.mdsrl.it

Netwaves . . . . . pag. 35-55-112
Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)
Tel 02.66504794 - www.netwaves.it

Precma . . . . . pag. 107
Via Fontanino 4 - 23871 Lomagna (LC) - IT
Tel 039.5300590 - www.precma.it

RS Components . . . . . pag. 17
Via M. V. De Vizzi, 93/95 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Tel 02.660581 - www.rs-components.com

Scuola Radio Elettra . . . . . IV cop.
Via Biturgense, 104 - 00185 Cerbara di Città di Castello (PG)
Tel 075.862911 - www.scuolaradioelettra.it

Sommario

Pratica

La tecnica DDS: Generatore di toni standard DTMF/TELECOM/MUSICA 28
di Salvatore Torrisi

Mikrobasic per PICmicro (nona parte): Come si memorizzano i dati e le informazioni 46
di Giovanni Di Maria

Ripetitore di telecomandi IR con autoapprendimento: Descrizione dell'hardware 62
di Paolo Sancono

CPLD By Example (quarta parte): Interfaccia per la programmazione IN-SYSTEM 82
di Agostino Rolando

Usare PROTEUS (quarta parte): Simulazione interattiva e grafica 92
di Maurizio Del Corso

Teoria

Elettronicando (dodicesima parte): Strumentazione, tabelle e formule 18
di Riccardo Nicoletti

L'amplificatore operazionale dalla A alla Z (decima parte): L'alimentazione degli op-amp 74
di Nico Grilloni

Risorse

Mailbox 6

Prima pagina 8

Notepad 14

Gli appuntamenti di Gennaio 2006 60

Riflettori su...

VR STAMP: Riconoscimento vocale in DIP40 112

Speciale

Dispositivi di protezione da sovratensioni 32
di Agostino Rolando

Aziende citate in questo numero

Alterlogix	18
Area Rebus	99
Associazione Radioamatori Italiani	85
Blu Nautilus	45-65
Chipcon	12
Comis - Parco esposizioni Novegro	69
Compendio Fiere	41
Centro Fieristico Scandiano	89
Consorzio Elettrimpex	23
Cypress Semiconductor	10
Dinema	111
Demmel Products	35
Eikon	21
Elettroshop	112
Epcos	36
Evr Electronics	95
Free2move	16-55
Futura Elettronica	37-49
HandyWave	55
Idea Elettronica	39
Netwaves	35-55-112
Labcenter Electronics	55-92
Linear Technology	9-15-16
Moschip	55
Microchip	8-28-46-62
Mikroelektronica	46-53-55-115
Millennium Dataware	27
Optek Technology	11
Peregrine Semiconductor	8
Precma	107
RS Components	17
Sena Tecnologies	55
Sensory	55-112
Scuola Radio Elettra	116
ST	40
Supertex	11
Teridian Semiconductor	10
Texas Instruments	14
Xilinx	82

247
Gennaio
2006

Scrivete a:
MAILBOX
REDAZIONE DI
FARE ELETTRONICA
Inware s.r.l.
Via Cadorna, 27/31
20032, Cormano (MI)

Oppure inviate un'email a:
mailbox@farelettronica.com

Mailbox

Questa rubrica ospita le richieste più interessanti pervenute dai lettori. Per quanto possibile verrà data risposta a tutte le richieste pervenute via email.

PROTEZIONE

Vorrei realizzare un semplice circuito di protezione molto sicuro che protegga la mia elettronica sia dalle inversioni di polarità, sia dalle sovratensioni.

Maurizio Berton

Normalmente per la protezione contro le inversioni di polarità si è soliti inserire un diodo in serie alla linea di alimentazione, ma una soluzione di questo genere non garantisce protezione contro le sovratensioni.
Per questo proponiamo il circuito di figura 1 costituito da un triac in parallelo all'alimentazione e da un fusibile.
Sia una inversione della polarità della tensione di ingresso sia una sovratensione, provocano la conduzione del diodo zener il quale a sua volta innesca il triac che, mettendo in corto la linea di alimentazione, provoca istantaneamente l'interruzione del fusibile.

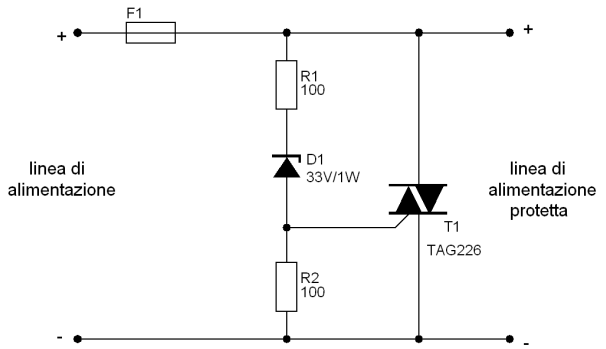


Figura 1 *Protezione da sovratensioni ed inversioni*

TESTER PER IR

Per verificare l'emissione di raggi infrarossi del telecomando TV, sono a chiedervi un semplice circuito che segnali con l'accensione di un LED la presenza del segnale infrarosso.

Gianluca Spetti

Il circuito proposto in figura 2 funziona benissimo con tutti i telecomandi ad infrarossi.
Il segnale in uscita dal telecomando viene captato dal fotodiodo D1 il quale, entrando in conduzione, provoca una caduta di tensione all'ingresso di IC1 che commutando a livello alto provoca l'accensione del LED.
P1 consente di regolare la soglia di accensione del LED quindi la sensibilità del circuito che si degraderà inevitabilmente man mano che le batterie di alimentazione si scaricano.

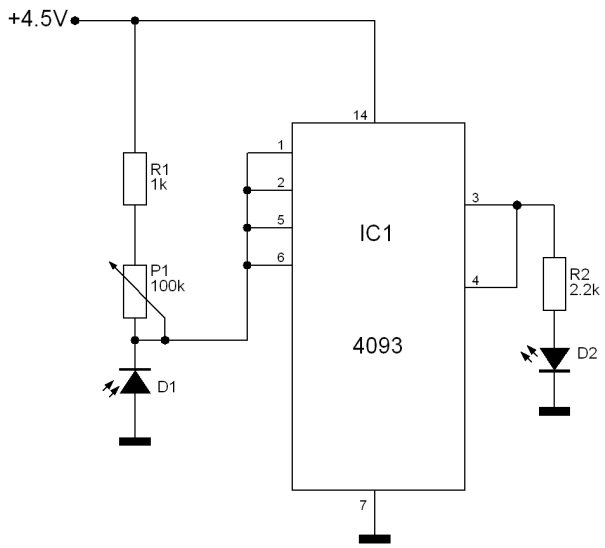


Figura 2 *Rilevatore IR*

"Richieste, chiarimenti, dubbi e commenti dai lettori"

DIECI USCITE CICLICHE

Avrei bisogno di un circuito che autonomamente generi 10 uscite in sequenza in modo ciclico.

Marco Pinucci

La figura 3 mostra un circuito formato da un 555 in configurazione monostabile che pilota un contatore decimale le cui uscite vanno ad un decodificatore 7441 che mette a disposizione alle sue dieci uscite il conteggio sequenziale.
Questo circuito può essere utilizzato come stadio di controllo per luci in sequenza aggiungendo ovviamente lo stadio di potenza realizzato con triac.

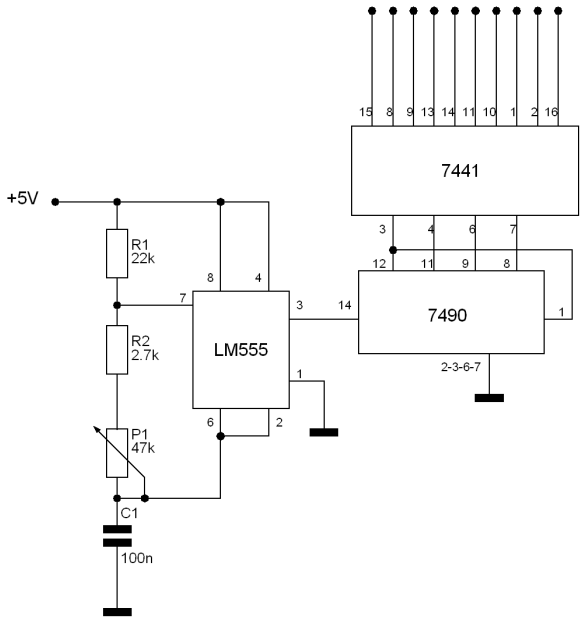


Figura 3 *Uscite sequenziali*

GENERATORE AD ONDA QUADRA

Vorrei costruire un circuito di dimensioni minime che sia in grado di generare un segnale ad onda quadra o ad impulsi di ampiezza 5Vpp e frequenza variabile tra 0,5 e 300KHz

Enzo Ghiloni

Il circuito richiesto è riportato in figura 4 ed è costituito da un multivibratore astabile a porte logiche la cui frequenza di oscillazione è impostabile mediante dip-switch. In particolare K1, K2 e K3 fanno aumentare la frequenza di uscita mentre K4 e K5 la fanno diminuire.
Il circuito può essere alimentato con una batteria da 9V.

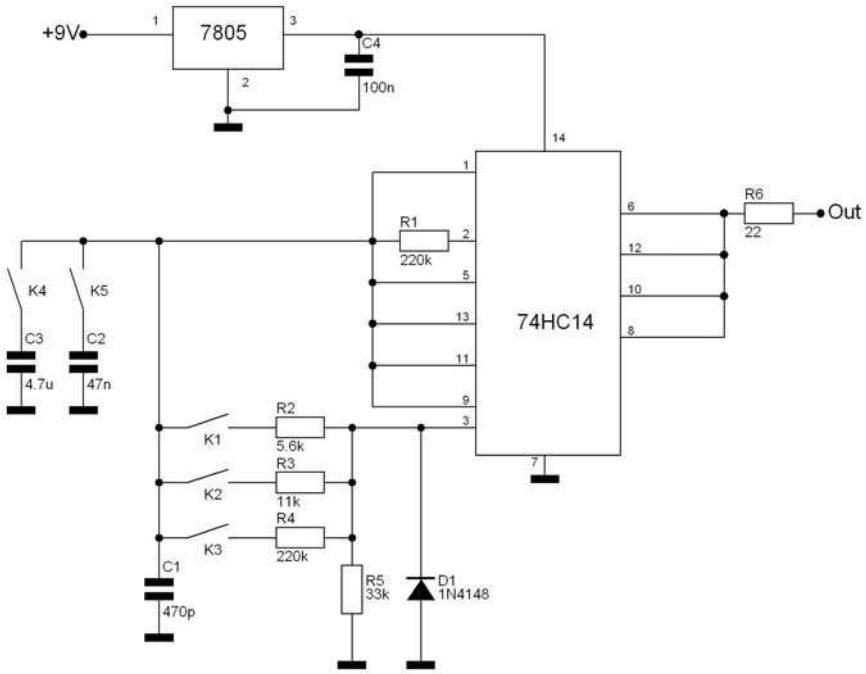


Figura 4 *Astabile controllato*

Rubrica di notizie e novità dal mondo dell'elettronica.

Prima pagina

MICROCHIP ANNUNCIA LA SUA PRIMA FAMIGLIA DI MICROCONTROLLER PIC® A 16-BIT

Microchip annuncia la famiglia PIC24, la sua prima linea di microcontroller PIC a 16-bit. La famiglia debutta con 22 dispositivi general-purpose che offrono prestazioni fino a 40 MIPS, 16 Kbyte di RAM e 256 Kbyte di memoria programma Flash. I nuovi dispositivi sono alloggiati in package fino a 100-pin. La famiglia PIC24 mantiene la compatibilità con la piattaforma Integrated Development Environment (IDE) MPLAB® di Microchip e la compatibilità verso l'alto con tutti i digital signal controller dsPIC®.

All'interno della famiglia PIC24 sono disponibili due serie. La serie PIC24F offre una soluzione particolarmente conveniente - in relazione all'incremento di prestazioni, memoria e periferiche disponibili – ideale per molte applicazioni complesse di microcontrollo a 8-bit. Per le applicazioni ancora più esigenti, la serie PIC24H mette a disposizione prestazioni fino a 40 MIPS, più memoria e ulteriori periferiche, quali i moduli di comunicazione CAN. Complessivamente, i dispositivi della famiglia PIC24 garantiscono un livello di prestazioni superiore senza sacrificare le doti di flessibilità e di prontezza di risposta all'interrupt, di prevedibilità d'esecuzione del codice, di facilità di trattamento dell'I/O, di efficienza del codice C e d'integrità di sistema. Tra le principali caratteristiche della nuova famiglia si segnalano: prestazioni a 16 MIPS con la conveniente linea PIC24F, prestazioni a 40 MIPS con la linea ad alte prestazioni PIC24H, 64 – 256 Kbyte di memoria programma Flash, 8 – 16 Kbyte di RAM, opzioni di packaging a 64 – 100 pin con JTAG, 2 x UART, 2 x SPI™ e 2 x I²C™, fino a 2 porte CAN, Real Time Clock Calendar (RTCC), Direct Memory Access (DMA) sui prodotti dellla linea PIC24H. A-to-D converter da 500ksps a 10-bit con 16 canali d'ingresso (PIC24F), 2 A-to-D converter da 500ksps a 12-bit con 16 canali d'ingresso (PIC24H).

Codice MIP 247201

PEREGRINE SEMICONDUCTOR LANCIA UNA TECNOLOGIA LEADER PER I CELLULARI 3G

Peregrine Semiconductor Corporation ha presentato oggi la prossima generazione della sua tecnologia di processo leader nel mondo, la UltraCMOS™. La rivoluzionaria innovazione tecnologica del sistema Peregrine HaRP™ consente incredibili miglioramenti, ad oggi senza uguali nel settore, nei risultati armonici, nella linearità e nelle prestazioni RF complessive: specifiche richieste dagli standard 3GPP per le applicazioni GSM/WCDMA. In particolare, erano attesi da tempo i successi nella distorsione dell'intermodulazione (Intermodulation Distortion, IMD), oggi disponibili per i produttori di moduli front-end e

More Info Please

Richiedi maggiori informazioni sui contenuti di Fare Elettronica, visita il sito: **www.farelettronica.com/mip**

Oppure compila il modulo "Servizio MIP" ed invialo via fax al numero **02 66508225**

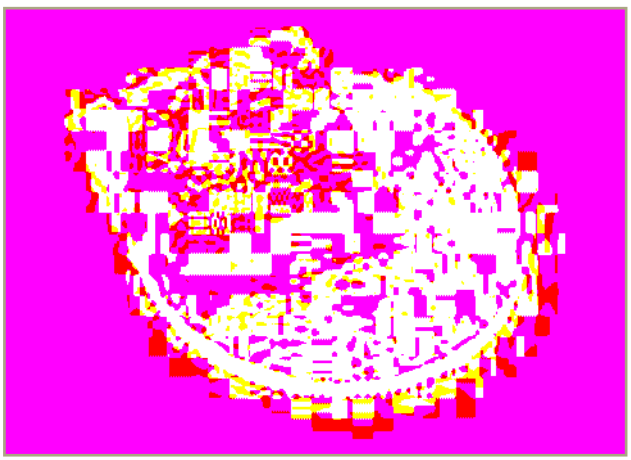
terminali multibanda. I primi dispositivi rilasciati tramite il processo UltraCMOS con i miglioramenti HaRP sono gli switch PE42672 SP7T e PE42660 SP6T RF per applicazioni destinate a terminali GSM quadribanda e GSM/WCDMA.
Il PE42672 è il primo switch SP7T monolitico al mondo con decoder CMOS a bordo. Una soluzione altamente integrata, che semplifica i design RF e ne abbassa il costo, riducendo il numero complessivo delle parti di ben 6 dispositivi e 13 cavi di collegamento. Entrambi i device superano i livelli di prestazioni RF delle soluzioni concorrenti, grazie a un'eccezionale linearità (PE42672: 2fo -85 dBc e 3fo -79 dBc; PE42660: 2fo -88 dBc e 3fo -85 dBc); IP3 migliore di +70 dBm; tolleranza ESD leader nel mondo di 1,5 KV; tensione di funzionamento di 2,75 V e bassissimi consumi energetici. Lo switch PE42660 è compatibile drop-in con lo switch per terminale GSM.

Codice MIP 247202

DA LINEAR TECHNOLOGY IL µMODULE™ CC/CC A 10 A

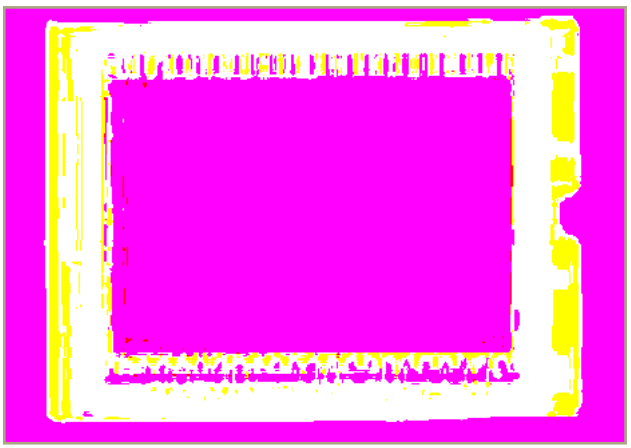
Il nuovo µModule™ (micromodulo) di Linear Technology Corporation offre ai progettisti un alimentatore switching da 10 A in un package LGA (Land Grid Array) con ingombro ridotto (15 mm x 15 mm) e a basso profilo (2,8 mm). L'LTM®4600 è un regolatore di corrente step-down sincrono con induttore integrato, che contiene anche i dispositivi di potenza e circuiti di compensazione. L'LTM4600 è il primo micromodulo della nuova famiglia di uModule Linear Technology che sfrutta i punti di forza principali dell'azienda per quanto riguarda la gestione e la conversione della potenza. Semplificando lo sviluppo dei sistemi di potenza, questo nuovo alimentatore ad alta densità riduce i tempi di sviluppo per una vasta gamma di sistemi, inclusi router di rete, server blade, stazioni base, dispositivi medico-diagnostici, strumentazione per test e sistemi RAID. L'LTM4600 supporta un ampio intervallo di tensione di ingresso, da 4,5 V a 28 V. Grazie all'alto livello di integrazione e al funzionamento sincrono e controllo in corrente, l'LTM4600 garantisce una risposta eccellente in caso di transitori di carico e correnti di uscita fino a 10 A (picco 14 A) con efficienza fino al 92%. Questo micromodulo semplifica la progettazione e la costruzione degli alimentatori, in quanto richiede solo condensatori bulk di ingresso e uscita e un unico resistore per regolare la tensione di uscita tra 0,6 V e 5 V. Basato sulla sofisticata tecnologia del silicio di Linear Technology e supportato dai rigorosi e affidabili processi di test interni, l'LTM4600 garantisce affidabilità a livello di componenti e le migliori prestazioni del settore per le applicazioni più complesse. Il µModule LTM4600 è un alimentatore completo stand-alone per montaggio superficiale che può essere trattato e assemblato come un circuito integrato standard. Inoltre, il basso profilo consente di saldare l'LTM4600 sul retro della scheda del circuito, liberando spazio prezioso sulla scheda stessa. I µModule LTM4600 sono protetti contro sovraccarico e cortocircuito. La risposta ai transitori di corrente d' uscita riduce sensibilmente la capacità bulk richiesta. Inoltre, due micromoduli LTM4600 possono funzionare in parallelo, aumentando quindi la capacità della corrente di carico sino a 20A.

Codice MIP 247203



SENSORI DI IMMAGINE CMOS DA 9 MEGAPIXEL

Cypress Semiconductor ha reso noto la disponibilità dei primi campioni di sensori di immagini CMOS da 9 Megapixel destinati al mercato delle fotocamere ditali di fascia alta (DSC – Digital Still Camera). Di costo contenuto, questi sensori si distinguono per i ridotti valori della corrente di buio e di rumore, del tutto assimilabili a quelli dei più costosi dispositivi ad accoppiamento di carica (CCD). In virtù di tali caratteristiche è possibile ottenere un'elevata qualità dell'immagine, in modo da consentire ai produttori di fotocamere di soddisfare la crescente domanda di DSC di tipo SLR (Single Lens Reflex) economiche e ad alte prestazioni. I nuovi CYIHDSC9000AA (a colori) e CYIHDSM9000AA (monocromatico) sono i primi sensori di immagini prodotti da Cypress Semiconductor utilizzando il processo CMOS da 0,13 mm ottimizzato per questo tipo di applicazioni. Questi sensori sfruttano l'architettura proprietaria che prevede un elevato fattore di riempimento dei pixel e permette l'eliminazione delle microlenti. Con una risoluzione massima di 3710 x 2434 pixel, questi sensori sono in grado di garantire caratteristiche superiori in termini di qualità dell'immagine, range dinamico e resa del colore. Questi sensori possono essere utilizzati dai costruttori di fotocamere destinate ad appassionati di fotografia, fotoamatori professionali e fotografi professionisti. I nuovi componenti sono i primi sensori di immagini di Cypress Semiconductor di tipo non proprietario destinati al mercato delle fotocamere DCS di fascia alta e realizzati sulla base del sensore di immagine da 13,85 Megapixel sviluppato per conto di Kodak. Questi sensori vanno a completare l'offerta di Cypress Semiconductor nel settore delle apparecchiature DSC, comprendente controllori USB e soluzioni di temporizzazione. In questi nuovi sensori il passo del pixel è pari a 6,4 µm, mentre la matrice d'immagine è uguale a 3710 x 2434 pixel. Il formato della matrice è di 23,3 mm x 15,5 mm, con una dimensione della diagonale di 28 mm, che corrisponde a una moltiplicazione della distanza focale effettiva di fattore pari a 1,5 rispetto a quella di una fotocamera da 35 mm. Il rapporto di aspetto è uguale a 3:2. I nuovi sensori sono in grado di garantire una velocità pari a 5 fps (frame per second) alla massima risoluzione e di 20 fps a una risoluzione VGA.



Codice MIP 247204

TERIDIAN SEMICONDUCTOR CORP. PRESENTA IL CIRCUITO INTEGRATO 73S8024RN

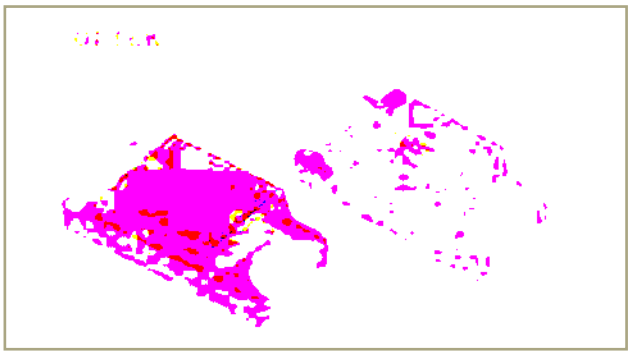
In occasione della fiera commerciale Cartes 2005, interamente dedicata al settore delle smart card, Teridian Semiconductor Corp., azienda leader nella progettazione e produzione di interfacce smart card e circuiti integrati per lettori e controller, ha annunciato il nuovo package 20QFN per il CI 73S8024RN.La nuova soluzione, approvata da NDS per l'utilizzo con il proprio sistema di accesso condizionale Videoguard®, è il più piccolo circuito integrato (IC) di questo genere disponibile sul mercato ed è indicato per l'uso con prodotti elettronici audio-video di largo consumo quali decoder, TV digitali, sistemi PVR (Personal Video Recorder), nonché per i lettori di carte di credito e schede SIM (Subscriber Identification Module).

La realizzazione del package 20QFN è stata possibile grazie all'architettura LDO (low-drop-out) del regolatore del chip, che assicura una dissipazione di energia inferiore rispetto ad altre soluzioni. La tensione della smart card è generata da un regolatore LDO installato sul chip anziché dal tradizionale convertitore CC-CC a pompa di carica utilizzato da altri circuiti equiparabili. Di conseguenza, il circuito integrato 73S8024RN risparmia oltre mezzo Watt rispetto ad altri prodotti al massimo delle condizioni attuali delle carte di credito NDS o EMV (Europay, MasterCard, Visa).
Il package 73S8024RN 20QFN Teridian è idoneo anche per applicazioni di pagamento e smart card generiche. Il chip è pienamente conforme agli standard internazionali ISO7816 e EMV 4.0.

Codice MIP 247205

OPTEK RIDUCE I FOTOTRANSISTORI AD INFRAROSSO SMT IN MINIATURA ALLA MISURA DI UN CHIP 1206

TT Electronics OPTEK Technology ha sviluppato una serie di fototransistori NPN in un chip con package 1206, fornendo così ai progettisti un componente miniaturizzato a montaggio superficiale per la rilevazione ad infrarossi in applicazioni di questo tipo.
Con le serie OP520/OP521 il tempo di risposta scende a 15µs con le migliori prestazioni nell'intorno degli 880nm di lunghezza d'onda. I componenti della serie OP520 e OP521 sono fototransistor NPN progettati per rilevare una luce ad infrarossi di 880nm d lunghezza d'onda.
Entrambi i componenti vengono forniti in un package 1206 con lente piana; la caratteristica dell'OP520 è una lente opaca per schermarla dalla luce ambientale, mentre la lente dell'OP521 è trasparente, consentendo così un range di risposta più ampio.
Le prestazioni elettriche della serie OP520/521 sono caratterizzate da un voltaggio collettore-emettitore di 30V, un voltaggio emettitore-collettore di 5V, corrente di collettore da 20mA e dispersione di alimentazione di 75mW a 25°C. I dispositivi sono già RoHS-compliant, e sono compatibili con i processi di saldatura senza piombo ad alte temperature (260°C).Il range di temperatura è di -25°C a +85°C.
La serie OP520/OP521 è progettata per abbinarsi sia meccanicamente che come spettro alla serie OPTEK di LED ad infrarosso a montaggio superficiale OP250.



Codice MIP 247206

DA SUPERTEX UN LED DRIVER DI SECONDA GENERAZIONE AD ALTA TENSIONE

Supertex ha introdotto l' HV9911, un nuovo LED driver progettato per alimentare a corrente costante i LED con un range di tensione di alimentazione molto ampio (da 9V a 250V). E' stato progettato per applicazioni DC/DC come illuminazione RGB, illuminazione nel campo automotive e lampade LED alimentate a batteria.
L'HV9911 è un LED driver a circuito chiuso, che utilizza la tecnica switching.
È caratterizzato da un amplificatore operazionale interno che permette una regolazione più precisa della corrente del LED e per una buona risposta al controllo PWM . Può essere sincronizzato in applicazioni che richiedono LED driver multipli per evitare oscillazioni indesiderate nel sistema, spesso presenti quando si utilizzano driver multipli. Questo circuito versatile è caratterizzato da una frequenza fissa o da un'off-time fisso per poter essere utilizzato in diverse tipologie switching tipo

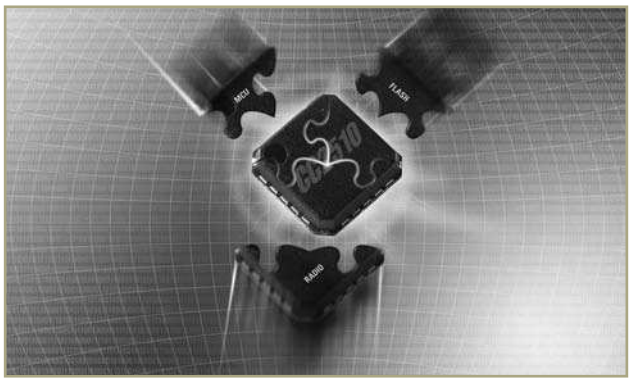
boost, fly-back o buck. L'HV9911 inoltre è caratterizzato da una compensazione che permette range operativi più ampi in modalità a frequenza fissa e un regolatore interno per l'utilizzo sia in applicazioni a basso che ad alta tensione.
L'HV9911 è disponibile in un package a 16-lead SOIC (HV9911NG-G). Il componente è Green e RoHS compliant.

Codice MIP 247207

CHIPCON LANCIA UN VERO SOC A 2.4 GHZ, AD ALTE PRESTAZIONI E BASSI COSTI, CON RADIO, FLASH E MCU

Chipcon AS, il principale fornitore a livello mondiale di chipset RF a basso costo/bassa potenza, ha annunciato il lancio di un nuovo prodotto basato sulla propria piattaforma tecnologica SmartRF®04. Il CC2510 System-on-Chip (SoC) include un RF transceiver a 2.4 GHz, 32 kBytes di memoria Flash auto-programmabile, 4 kBytes di RAM, una MCU 8051 single-cycle low power e ed molti altri potenti moduli periferici.
Tutto questo è incluso in un package da 6 x 6 mm QLP-36. Il CC2510 è l'ideale per applicazioni conformi alle normative mondiali sulla frequenza, sia piccole dimensioni, una lunga durata della batteria e tempi di sviluppo rapidi. Ad esempio: tastiere e mouse wireless, soluzioni VoIP wireless, accessori per sport e tempo libero, controlli a distanza, accessori wireless per giochi, sistemi di pagamento cordless e sistemi attivi RF-ID.
Diversamente dalle soluzioni della concorrenza, il CC2510 fornisce tutto ciò di cui un progettista ha bisogno in un singolo die, senza necessità di memoria off-chip. C'è una integrazione senza precedenti tra la MCU e la radio, il che significa che i dati possano essere trasferiti in modo estremamente efficiente. Il CC2510 è stato specificatamente progettato per applicazioni a batteria e include uno sleep timer estremamente a basso consumo che può essere usato per risvegliare il chip dal modo power-down ad intervalli programmabili dall'utilizzatore stesso.
Questo timer può essere fatto funzionare sia da un cristallo a 32,768 kHz se è necessaria un'alta accuratezza, o da un oscillatore RC interno per soluzioni con numero di componenti ridotti. Un consumo di potenza di 270 _A/MIPS MCU insieme ad un tempo di transizione tra modi di funzionamento estremamente veloce significa che i progettisti possono massimizzare la durata della batteria nei loro sistemi. Il CC2510 ha un range di tensione da 2.0 a 3.6V, così può essere alimentato direttamente da due batterie alcaline di tipo AA o AAA.
La MCU CC2510 è un 8051 a basso consumo single-cycle che fornisce fino a 26 MIPS (million instructions per second). In aggiunta, Chipcon ha incluso un potente controller DMA (direct memory access) a 5 canali che può gestire il trasferimento dati tra le periferiche e la memoria senza l'intervento della CPU, superando le limitazioni del core 8051 nel trasferimento dati.
È incluso un ampio set di periferiche: un ADC a 8 canali 8-14 bit, un coprocessore crypto AES-128, due interfacce UART/SPI, tre timer 8-bit ed un timer 16-bit con capacità PWM. Insieme, queste periferiche permettono al CC2510 di effettuare tutte le funzioni necessarie in un sistema di archiviazione o distribuzione dati.
Avere la memoria flash programmabile integrata nel CC2510 significa che è possibile fare l'upgrade del firmware sul campo, addirittura trasferire gli aggiornamenti software wireless per ottenere il massimo della convenienza. Il coprocessore AES-128 può essere usato per criptare decriptare da garantire la massima sicurezza. La parte radio del chip è basata sul transceiver Chipcon di grande successo CC2500. Questo significa che ha le migliori prestazioni di coesistenza ed il minore consumo di potenza esistenti sul mercato. Il CC2510 è supportato da un set di tool di sviluppo, incluso il compilatore IAR C con un supporto di debugging completamente integrato, un set esteso di librerie ed esempi, ed un imminente packet sniffer universale che può essere configurato per supportare qualsiasi protocollo.

Codice MIP 247208



Fare Elettronica

servizio MIP

Richiedi maggiori informazioni sui contenuti di Fare Elettronica, visita il sito:

www.farelettronica.com/mip

Oppure compila questo modulo ed invialo via fax al numero 02 66508225

More Info Please!

NUMERO DELLA RIVISTA 247

CODICI MIP*
(DA COMPILARE)

DATI DEL LETTORE

NOME

COGNOME

AZIENDA

INDIRIZZO AZIENDA

CAP CITTÀ

PROV. NAZIONE

TEL.

FAX

E-MAIL

Privacy. Ai sensi del Decr. Lgs. 196/2003 la informiamo che i dati trasmessi verranno impiegati coi principali scopi di indagini di mercato e nelle modalità previste dallo stesso, prevalentemente con mezzi informatici. Il conferimento, di norma facoltativo, è obbligatorio per permettere il rapporto commerciale. È in ogni caso fatto diritto dell'interessato esercitare i propri diritti, nei modi previsti dal "Titolo II art. 7" della legge sopra citata, scrivendo a Inware Edizioni Via Cadorna 27 – 20032 Cormano o trmite email a info@inwaredizioni.it

* Utilizza il numero MIP che compare alla fine di ogni articolo o all'interno delle pagine di tuo interesse

Dal blocco note di Fare Elettronica una raccolta di idee da tenere sempre a portata di mano.

Notepad

Questa rubrica ha lo scopo di fornire degli schemi applicativi o idee di progetto dei componenti elettronici più interessanti, selezionati per voi dalla redazione. Tutti gli schemi presentati sono elaborazioni di quelli ufficiali proposti dai produttori nella documentazione ufficiale.

CONNETTERE ±10V AD UN ADC A 5V

Avendo a disposizione un convertitore AD che opera a 5V, è possibile connettervi una sorgente di segnale variabile nel range ±10V utilizzando il componente INA159 di Texas Instruments. INA159 è un amplificatore differenziale ad alta precisione con guadagno fisso e pari a 0,2.

Il guadagno è immune da deriva termica grazie al sistema di compensazione interno; l'alimentazione può essere singola o duale da 1,8V a 5,5V. In figura 1 il pinout ed uno schema applicativo.

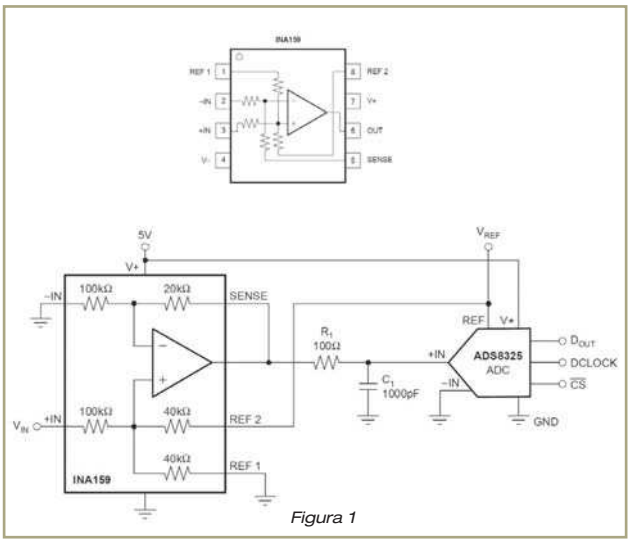


Figura 1

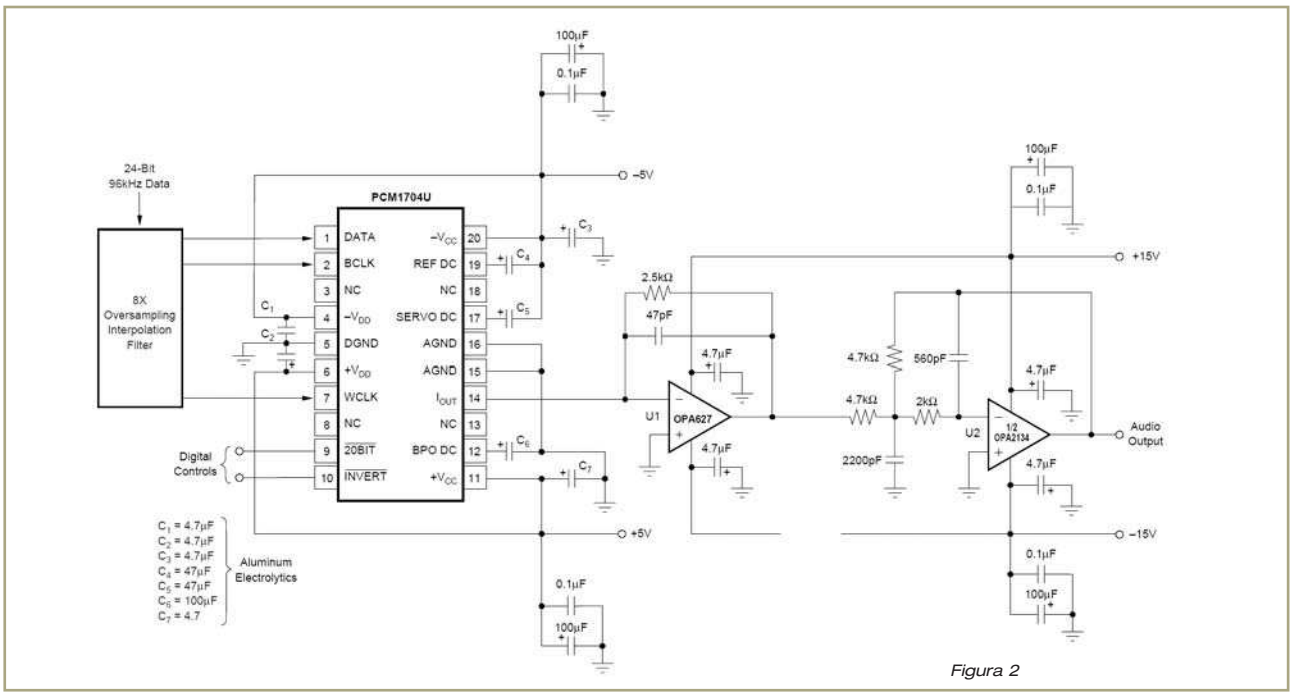


Figura 2

CONVERSIONE D/A STEREO A 24BIT

Con il PCM1704 è possibile operare una conversione D/A a bassa distorsione da stream di 24bit. Si alimenta a 5V ed ha un assorbimento inferiore a 2mA.
Il rapporto segnale/rumore è di 120dB e la distorsione armonica è dell'ordine dello 0.0008%. In figura 2 è riportato un possibile schema applicativo.

INSEGUITORE DI TENSIONE CON USCITA DI POTENZA

Utilizzando un amplificatore operazionale ed una coppia di transistori di potenza LM195 è possibile realizzare uno stadio di potenza ad amplificazione unitaria.
Lo schema di figura 3 garantisce una completa stabilità anche con carichi capacitivi nel range 0-300Hz. La corrente di uscita può raggiungere 1A.

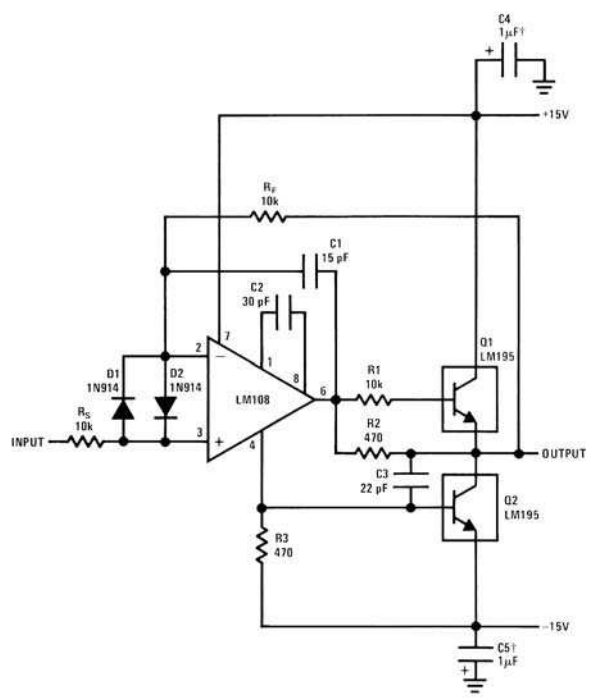


Figura 3

REGOLATORE DI CORRENTE A 100mA

La figura 4 mostra un regolatore di corrente a basso coefficiente di temperatura ed operante a tensioni inferiori ai 3V.
Il 2N2222 è utilizzato per controllare la tensione sulla resistenza R2 quindi la corrente che la attraversa.
D1 permette di compensare la Vbe del transistor mentre R1 imposta la corrente nello zener a circa 0.6mA.

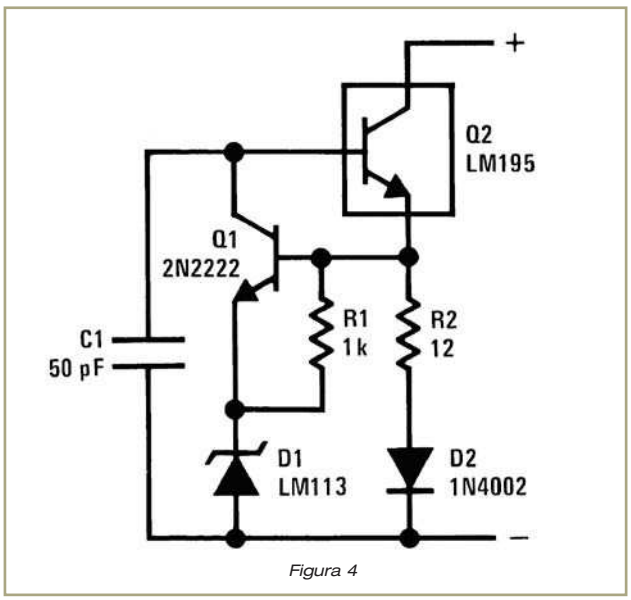


Figura 4

LAMPEGGIATORE A 12V

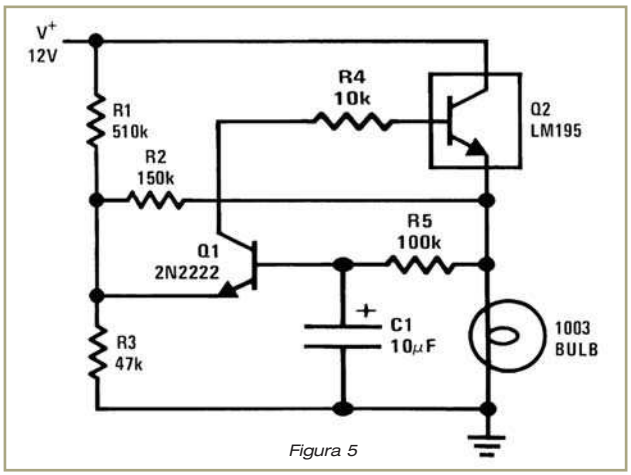


Figura 5

Un semplice circuito per la realizzazione di un lampeggiatore con una lampada fredda a 12V. La frequenza del lampeggio è di circa 1 secondo. L'LM195 limita i picchi di corrente durante l'accensione prolungando così la vita della lampada. Si noti come Q1 viene polarizzato attraverso la corrente inversa di base di Q2.

CONVERSIONE TEMPERATURA/FREQUENZA

Un semplice circuito impiegante un sensore di temperatura LM35 ed un convertitore tensione/frequenza permette la conversione della temperatura in °C in frequenza.
L'uscita è prelevata mediante fotoaccoppiatore permettendo così il completo isolamento galvanico tra sensore ed attuatore. Il range di temperatura operativo va da 2°C a 150°C cui corrisponde un range di frequenza in uscita da 20Hz a 1500Hz. Al di fuori di tale range non è garantita la linearità del circuito. In figura 6 la soluzione circuitale.

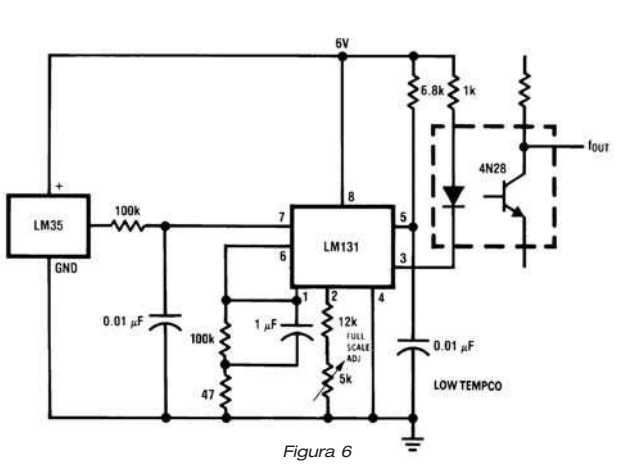


Figura 6

CUFFIA BLUETOOTH

Utilizzando il modulo F2M03AC2 della svedese Free2move, è possibile realizzare una cuffia Bluetooth in grado di interfacciarsi con qualsiasi tipo di cellulare BT. F2M03AC2 è disponibile con due profili: Serial Port Profile e Headset Profile. La cuffia è realizzabile solo sfruttando il profilo Headset del modulo. Il sistema è già dotato di quattro inputs: uno per rispondere alla chiamata (o iniziare una nuova conversazione), due per il controllo del volume ed uno per l'entrata in modalità sleep. Oltre all'uscita analogica per l'altoparlante vi sono anche tre uscite digitali predispose per il pilotaggio di LED che indicano lo stato della connessione (se in connessione o se in pairing). Il sistema è dotato di CODEC audio per cui è possibile applicare direttamente microfono ed altoparlante. L'antenna è integrata e consente di operare in classe 2 (portata di 25m a vista). Nella figura 8, il dispositivo F2M03AC2 comparato con una moneta da 5 Eurocent.
Sfruttando il modulo nella sua versione con profilo Serial Port è invece possibile effettuare una connessione RS232 (applicazione cable-replacement). In questo caso non è possibile implementare la cuffia, ma è comunque possibile sfruttare il codec audio.
Usando infatti una coppia di F2M03AC2 si può scambiare audio usando il link radio creato per la connessione seriale. In questo caso l'audio non è però un profilo standard BT per cui non sarà rilevato come servizio dagli altri dispositivi BT.

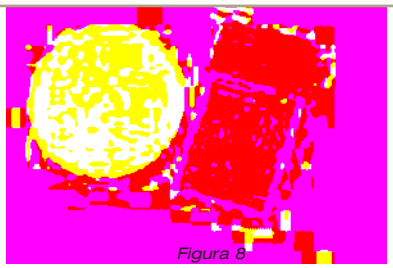


Figura 8

Figura 7

La Direttiva RoHS blocca il tuo lavoro?
rswww.it/rohs: soluzioni per liberarti
dai problemi!

RoHS Direttiva RoHS: ti basta sapere che c'è RS.

Codice MIP 247017

Decima parte
n° 245 - Novembre 2005
Il Timer 555

Undicesima parte
n° 246 - Dicembre 2005
Circuiti reazionati, oscillatori e reti di sfasamento

Dodicesima parte
n° 247 - Gennaio 2006
Strumentazione, tabelle e formule

Elettronicando

Al termine di questo corso di elettronica analogica, vogliamo dedicare un po' di spazio a due strumenti che sono insostituibili in un laboratorio: il multimetro e l'oscilloscopio. Il simulatore Cadlogix, che ci ha aiutati (non poco!) nei nostri esperimenti, è uno strumento estremamente potente e semplice da usare, ma non dimentichiamo che è pur sempre un simulatore software; il multimetro e l'oscilloscopio sono due strumenti dalle innumerevoli potenzialità e non possono mancare nel laboratorio del progettista elettronico. Cadlogix serve "prima" di realizzare un circuito, mentre i due strumenti si usano "dopo" averlo realizzato. Parte dello spazio di questa puntata verrà dedicato ad una rassegna di alcune tabelle e formule particolarmente utili, alcune delle quali già incontrate in passato.

IL MULTIMETRO DIGITALE

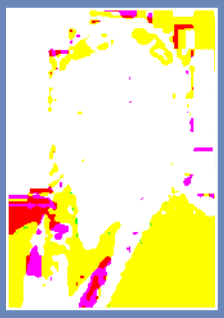
Il multimetro digitale è uno strumento largamente diffuso nei laboratori elettronici di misure e di progettazione. Diamo una spiegazione del nome. "Multimetro" definisce uno strumento capace di effettuare misure di diverse grandezze.
Un "voltmetro" misura solo tensioni elettriche, un "amperometro" misura solo intensità di correnti elettriche, sono quindi strumenti specifici per la misura di "una sola" grandezza. Il multimetro si presta invece per misurare grandezze differenti.
L'aggettivo "digitale" o "numerico" ne descrive invece il principio di funzionamento ed il sistema di visualizzazione della misura. Lo strumento digitale basa infatti il suo funzionamento su dei convertitori analogico-digitali che utilizzano componenti di tipo logico e visualizza il risultato in modalità numerica attraverso un certo numero di display (figura 1). Lo strumento di tipo "analogico" si basa invece su principi magnetoelettrici e visualizza il risultato tramite un ago che si sposta lungo una scala graduata.
Nella puntata utilizzeremo alcune figure che si riferiscono ad un multimetro digitale molto diffuso: il 34401 A della Hewlett-Packard, oggi denominata Agilent Technologies. Tale multimetro presenta delle caratteristiche soddisfacenti, nonché un ottimo rapporto qualità-prezzo. Esistono tuttavia altri modelli di altri Costruttori con caratteristiche altrettanto eccellenti.

Misure possibili con il multimetro digitale

Il multimetro digitale offre un'ampia varietà di misure effettuabili. Riferendoci alle caratteristiche del modello 34401, vediamo che esso può misurare:

Figura 1 Un multimetro digitale

Strumentazione, tabelle e formule



di Riccardo Nicoletti

- Tensioni elettriche in corrente continua, con un valore massimo di 1000 V.
- Tensioni elettriche in corrente alternata (valore efficace), fino ad un massimo di 750 V.
- Valori resistivi fino a 100 Mohm.
- Correnti elettriche in continua, fino a 3 A.
- Correnti elettriche in alternata fino ad 1 A (valore efficace).
- Frequenze fino a 300 kHz.

Alcune caratteristiche del multimetro Agilent 34401 A

Uno strumento di tipo numerico è di per sé più semplice da usare, rispetto ad uno strumento di tipo analogico. In particolare gli strumenti dell'ultima generazione possiedono delle capacità che ne rendono l'uso molto versatile e particolarmente comodo. Sono infatti disponibili le interfacce GPIB ed RS-232 per la comunicazione dello strumento con altri sistemi di acquisizione dati.
Il software che viene fornito in dotazione allo strumento permette inoltre di esportare i dati relativi alle misure direttamente in formato Microsoft Word ed Excel. Inoltre tutti i comandi dello strumento sono accessibili dal pannello frontale tramite la semplice pressione di un tasto (riquadro rosso in Figura 2). Sulla parte frontale lo strumento possiede le connessioni per i puntali (riquadro blu in Figura 2).

Consigli per l'acquisto

L'acquisto di un multimetro digitale non deve essere fatto con leggerezza. Lo strumento possiede infatti alcuni parametri tecnici fondamentali che devono essere valutati con attenzione.
Senza analizzarli in dettaglio, ci preme in questa occasione citarli soltanto. Il numero di cifre (digit) dello strumento esprime la sua risoluzione. Il modello 34401 possiede una risoluzione pari a 6½-digits. Per ciascuna grandezza da misurare verificate la portata dello strumento, ovvero l'intervallo di valori misurabili. In corrispondenza di questo viene fornito l'intervallo di frequenze in cui lo strumento può effettuare tali misure e corrispondentemente l'accuratezza con cui le misure vengono effettuate.
L'accuratezza di uno strumento numerico si valuta tramite una formula fornita dal Costruttore. Tale parametro viene fornito relativamente a tre situazioni: a breve (24 ore), medio (90 giorni) e lungo termine (1 anno).
Quanto può costare uno strumento del genere? Visto che abbiamo parlato di un modello specifico, ci risulta che questo sia sul mercato con prezzi che oscillano intorno ai 900 euro.

Figura 2 Il pannello comandi del multimetro 34401A

L'OSCILLOSCOPIO

Lo strumento senza dubbio più affascinante del laboratorio elettronico è l'oscilloscopio (Figura 3). A differenza degli altri strumenti numerici, il suo sistema di visualizzazione non è composto da display numerici ma da un vero e proprio schermo simile ad un piccolo televisore.
Lo strumento trova un vastissimo impiego in laboratorio, principalmente per effettuare misure su forme d'onda che possono essere visualizzate sul monitor. A differenza dei multimetri infatti, esso fornisce una visualizzazione del segnale e permette dunque di conoscere il comportamento del segnale in un certo intervallo di tempo. Per un lungo tempo gli oscilloscopi contenevano al loro interno un tubo a raggi catodici per consentire la visualizzazione del segnale su un monitor a fosfori (figura 4); oggi, con l'avvento delle tecnologie digitali, gli oscilloscopi si

presentano con dimensioni molto contenute ed utilizzano sistemi di visualizzazione con LCD (figure 5 e 6). I moderni apparecchi mettono a disposizione una gran quantità di funzioni, comodamente accessbili da menu che appaiono direttamente sullo schermo e che sono gestiti da un software residente nella memoria dello strumento. Le misure e le forme d'onda digitalizzate sono disponibili per l'esportazione su floppy disc o su dischi removibili di tipo USB.

Consigli per l'acquisto

Uno dei parametri fondamentali dell'oscilloscopio è la banda passante. Questa indica la massima frequenza di segnale che può essere visualizzata correttamente sullo schermo. Un valore attuale di larghezza di banda è 100 MHz.
Un altro parametro da considerare per l'acquisto di un oscilloscopio digitale è la sua frequenza di campionamento, direttamente connessa con la bontà di elaborazione dello strumento. Valori correnti sono 1 GSa/s. Questa unità di misura, GSa/s, si chiama "Giga Samples al secondo", ovvero "miliardi di campioni al secondo" e rappresenta, ovviamente, il numero di campioni di segnale acquisiti dallo strumento in un secondo. Sono da considerare inoltre il numero di canali dello strumento (solitamente sono 2), la risoluzione dello schermo (e gli eventuali colori), nonché la possibilità di connettersi con altri strumenti con protocolli di tipo LAN, USB, GPIB ed RS-232.
Per capire di cosa stiamo parlando diciamo, orientativamente, che un oscilloscopio digitale con banda inferiore a 200 MHz, 2 canali e campionamento a 1 GSa/s costa circa 800 euro.

Figura 3 Un modello tradizionale di oscilloscopio analogico

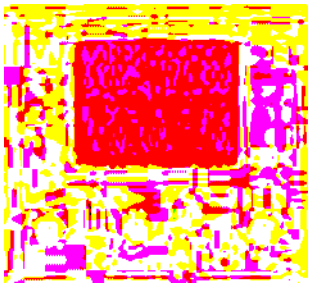


Figura 4 Visualizzazione di segnali elettrici sullo schermo di un oscilloscopio analogico

TABELLE E FORMULE

Approfittiamo dell'ultima puntata per raccogliere alcune tabelle di uso comune nella progettazione di circuiti elettronici.

Codice a quattro fasce per resistori

Abbiamo parlato dei resistori nella puntata di Elettronicando relativa ai componenti.
Riportiamo qui solo il metodo di lettura dei loro codici a colori. I resistori di tipo standard utilizzano un codice a quattro anelli (Tabella 1).

Ecco come leggere il codice; il componente va letto posizionando la riga dorata o argentata (la quarta fascia) verso destra, dopodiché:

- Il colore della prima riga rappresenta la prima cifra del valore.
- Il colore della seconda cifra esprime la seconda cifra del valore.
- La terza riga indica il "moltiplicatore", cioè il numero di zeri da applicare alle prime due cifre.

In figura 7 vediamo un esempio, dopo aver

Figura 5 un modello moderno di oscilloscopio digitale (Tektronix TPS2024)

Figura 6 Un modello della serie 3000 di Agilent

posizionato la riga dorata a destra si legge:

- Prima riga verde che corrisponde al 5.
- Seconda riga nera, che corrisponde al numero 0.
- Terza riga marrone che corrisponde al numero 1 (quindi dobbiamo porre un solo zero).

Quindi: 5 – 0 – 0 = 500 Ω. La riga d'oro ci dice che il resistore è realizzato con una tolleranza del 10%, quindi il suo valore reale può oscillare tra 450 Ω e 550 Ω, essendo prevista una tolleranza di 50 Ω.

Codice a cinque fasce per resistori di precisione

I resistori di precisione sono caratterizzati da un codice a cinque bande (Tabella 2).

Codice a cinque bande per condensatori al polistirene

I condensatori al polistirene si presentano come in figura 8.
Essi possiedono cinque bande colorate, che servono per dichiararne il valore capacitivo, la tolleranza e la tensione di lavoro. Nella tabella 3 è riportato il codice per i condensatori che hanno 5 fasce colorate stampate sul corpo (figura 8). Le bande si leggono dall'alto verso il basso ed il valore rilevato è espresso in pF.

Interpretare il codice è molto semplice! Vediamo un esempio.
Supponiamo di avere un condensatore con i seguenti colori (dall'alto al basso):
giallo - viola - arancio - bianco - rosso
Utilizzando la tabella 3 si ricava che: la prima fascia, gialla, indica la prima cifra: il 4; la seconda fascia, viola, indica la seconda cifra: il 7; la terza fascia, l'arancio, indica che è necessario moltiplicare per 1.000, ossia aggiungere tre zeri: 000. Quindi, in definitiva: prima fascia = 4, seconda fascia = 7, terza fascia = 000. Il condensatore è da 47.000pF (corrispondente a 47nF).
La quarta fascia (bianco) indica una tolleranza del 10% e la quinta banda (rosso) indica una tensione di lavoro di 250V.

Codice colori per condensatori al tantalio

I condensatori al tantalio possiedono sul corpo tre bande colorate ed un puntino di colore che ne indica la polarità ed il fattore moltiplicativo (figura 9).
Il codice dei colori per questi condensatori si legge dall'alto al basso ed il valore rilevato è espresso in µF.
Guardando il condensatore sulla faccia in cui c'è il puntino, il terminale positivo è quello a destra; il puntino indica il fattore moltiplicativo nel codice dei colori (Tabella 4).

	1° ANELLO	2° ANELLO	3° ANELLO	4° ANELLO
Nero	.	0	x 1	-
Marrone	1	1	x 10	-
Rosso	2	2	x 100	-
Arancione	3	3	x 1.000	-
Giallo	4	4	x 10.000	-
Verde	5	5	x 100.000	-
Azzurro	6	6	x 1.000.000	-
Viola	7	7	x 10.000.000	-
Grigio	8	8	-	-
Bianco	9	9	-	5 %
Oro	-	-	: 10	10 %
Argento	-	-	: 100	20%

Tabella 1 *Codice a quattro fasce per resistori*

	1° ANELLO	2° ANELLO	3° ANELLO	4° ANELLO	5° ANELLO
Nero	-	0	0	x 1	-
Marrone	1	1	1	x 10	1 %
Rosso	2	2	2	x 100	2 %
Arancione	3	3	3	x 1.000	3 %
Giallo	4	4	4	x 10.000	-
Verde	5	5	5	x 100.000	0,5 %
Azzurro	6	6	6	x 1.000.000	0,25 %
Viola	7	7	7	x 10.000.000	0,1 %
Grigio	8	8	8	-	0,05 %
Bianco	9	9	9	-	-
Oro	-	-	-	: 10	5 %
Argento	-	-	-	: 100	10 %

Tabella 2 *Codice a cinque fasce per resistori di precisione*

CAVI COASSIALI DATI TECNICI MISURATI

I cavi coassiali sono utilizzati in tutte quelle applicazioni dove è richiesto trasportare un segnale elettrico di ampiezza modesta ad una certa distanza dalla sorgente. La loro caratteristica principale è quella di possedere uno schermo che protegge il segnale da interferenze esterne. Riferendoci alla figura 10, vediamo da cosa è costituito il cavo. Procedendo dall'interno verso l'esterno troviamo il nucleo di rame che contiene il segnale elettrico; poi c'è un materiale dielettrico un conduttore esterno che costituisce lo schermo vero e proprio (può essere una calza oppure no), ed una guaina esterna di gomma che riveste completamente il cavo. Un parametro particolarmente importante per questo tipo di cavi è l'attenuazione.

Figura 7 *Esempio di resistore con codice a quattro fasce*

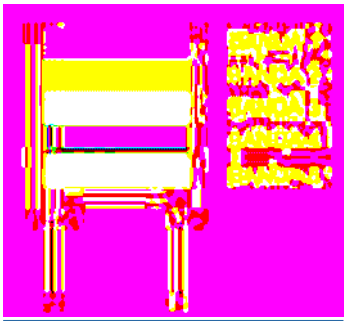


Figura 8 *Condensatore al polistirene con codice a cinque bande*

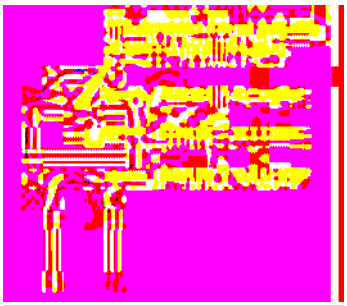


Figura 9 *Condensatore al tantalio con codice a tre bande*

Codice MIP 247023

Essa rappresenta la diminuzione di intensità che il segnale subisce nell'attraversare il cavo lungo tutta la sua lunghezza. Si misura generalmente in dB/100 m. L'attenuazione è funzione della frequenza del segnale, della lunghezza e della struttura fisica del cavo stesso. A grandi linee si può dire che essa dipende:

1. Dal diametro del conduttore interno: all'aumentare del diametro del conduttore, l'attenuazione diminuisce.
2. Dalla composizione del conduttore esterno: quanto più lo schermo è efficace, tanto minore è l'attenuazione.
3. Dalla natura del dielettrico: minore è la sua costante dielettrica, minore risulta l'attenuazione (ed esempio un dielettrico espanso fornisce, a parità di diametro, valori di attenuazione minori di un dielettrico di tipo compatto).

La tabella 5 riporta alcune caratteristiche per cavi coassiali di tipo standard.

INDUTTORI SU NUCLEO TOROIDALE

Le bobine su nuclei toroidali, sebbene più costose delle bobine ordinarie, hanno il pregio di ottenere un'induttanza con fattori di merito Q molto alti (tipicamente 150 – 300) su una banda di frequenze abbastanza ampia. La caratteristica fisica fondamentale è che, essendo costituite da un toroide, il flusso magnetico è fortemente concatenato, perciò non vi sono dispersioni; parallelamente, la vicinanza di altri toroidi non ne compromette il buon funzionamento (spesso le normali bobine necessitano di schermi metallici, o si orientano tra di loro a 90° per ridurne l'interferenza). Le formule per la progettazione di nuclei toroidali sono abbastanza semplici, e con esse si ottengono valori precisi di induttanza (in microhenry). Per tutte queste caratteristiche l'impiego dei nuclei toroidali è molto diffuso. La loro realizzazione con varie miscele ferromagnetiche assicura il rispetto delle caratteristiche elettriche in un determinato range di frequenze. Pur con un degrado del valore di Q, si arriva ad usare i nuclei toroidali fino ad una frequenza superiore di 10 volte a quella per cui sono stati costruiti.
Uno dei costruttori più noti è la Amidon (http://www.amidon-corp.com/). I nuclei sono individuati da una sigla del tipo *"T - xx – yy"*, dove T sta a significare "toroide", xx è un numero che indica il diametro in pollici e yy il tipo di miscela ferromagnetica (Tabella 6). La sigla non è scritta esternamente perciò i nuclei toroidali si riconoscono misurandone le dimensioni e individuando il tipo di miscela in base ad un codice espresso con due colori.

Condensatori con colori a 5 bande					
COLORE	Banda 1 cifra 1	Banda 2 cifra 2	Banda 3 fattore	Banda 4 tolleranza	Banda 5 tensione di lavoro [V]
NERO	-	0	-	±20%	-
MARRONE	1	1	x 10	±1%	100
ROSSO	2	2	x 100	±2%	250
ARANCIO	3	3	x 1.000	-	-
GIALLO	4	4	x 10.000	-	400
VERDE	5	5	x 100.000	±5%	-
BLU	6	6	-	-	630
VIOLA	7	7	-	-	-
GRIGIO	8	8	-	-	-
BIANCO	9	9	-	±10%	-

Tabella 3 *Codice a cinque bande per condensatori al polistirene*

Codice condensatori al tantalio				
COLORE	Fascia 1 cifra 1	Fascia 2 cifra 2	Banda 3 fattore	Banda 5 tensione di lavoro [V]
NERO	-	0	-	10
MARRONE	1	1	x 10	1,6
ROSSO	2	2	x 100	30
ARANCIO	3	3	-	35
GIALLO	4	4	-	6,3
VERDE	5	5	-	16
BLU	6	6	-	20
VIOLA	7	7	: 1000	-
GRIGIO	8	8	:100	25
BIANCO	9	9	:10	3

Tabella 4 *Codice a colori per condensatori al tantalio*

I DECIBEL

I decibel (simbolo dB) sono un sistema a base logaritmica per esprimere il rapporto fra due valori; essi sono un sottomultiplo del poco usato "Bel" [simbolo B], corrispondente a 10dB.
Questo sistema di calcolo delle grandezze è particolarmente comodo quando si deve fare uso di formule con moltiplicazioni o divisioni, che con i decibel si trasformano in somme e sottrazioni, semplificando i calcoli.
In elettronica ed elettrotecnica, essendo la potenza proporzionale al quadrato della tensione o della corrente, si usa:

$$A_{dB} = 10\text{Log}\frac{P_1}{P_2} = 10\text{Log}\frac{V_1^2}{V_2^2} = 10\text{Log}\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 = 20\text{Log}\frac{V_1}{V_2}$$

Sfruttando le potenze dei logaritmi.
Il guadagno degli amplificatori viene spesso espresso in decibel, facendo il rapporto fra l'ampiezza del segnale in uscita e quello in ingresso.

Decibel assoluti

Spesso si sceglie di misurare grandezze (tensioni, potenze ecc.) direttamente in decibel, riferendo la grandezza alla sua unità di misura. Usando la definizione si sceglie come denominatore l'unità di misura appropriata (ad esempio 1 V o 1 W…), specificando questa scelta nel simbolo dimensionale della misura. Si ottengono quindi "decibel-Volt" (dBV), "decibel-Watt" (dBW), "decibel-milliwatt" (dBmW).
Questi si ottengono calcolando il rapporto in dB fra la grandezza misurata e quella di riferimento; per esempio, una tensione di 220 V equivale a circa 47 dBV (con tensione di riferimento 1V) o a 107 dBmV (con tensione di riferimento 1 mV).

$$A_{dB} = 10\text{Log}\frac{P_1}{P_2} = 10\text{Log}\frac{220V}{1V} = 10\text{Log}220 = 46{,}84\text{dBV}$$

VU-meter

Saprete senz'altro cosa sono i "VU-meter". Gli amplificatori audio (o gli attuali lettori di audio

Tipo di Cavo	RG 58 C/U MARLOWE	RG 59 U	RG 213 RF SYSTEMS	H-1500	H-155	H-500 (ha sostituito H-100)	H-1000	Aircell 7	Aircom Plus
Impedenza in Ohm	50	75	50	50	50	50	50	50	50
Isolante	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE
Attenuazione per 100m	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
7 MHz	4,1	3,1	1,7	0,4	1,6	1,1	0,8	0,9	0,8
28 MHz	7,9	5,9	3,5	1,8	4,7	2,7	1,8	3,4	1,7
145 MHz	17,6	13,1	7,9	2,9	10,5	5,6	4,6	7,7	4,5
435 MHz	32,4	25,6	15,2	5,8	15,4	8,9	6,9	14,2	8,2
1250 MHz	63,2	47,3	28,4	10,5	32	16,1	14,9	25,8	15,2
Capacità in pF per Metro	101	67	101	80	82	82	80	74	84
Diametro condutt. centrale (mm)	0,9	0,58	2,3	4,2	19x0.28	2,5	2,62	1,85	2,7
Schermo 1	Calza	Calza	Calza	Calza	Calza	Calza	Calza	Calza	Calza
Schermo 2 (100%)	-	-	-	Cu-Foglio	Al-Foglio	Cu-Foglio	Cu-Foglio	Cu-Foglio	Cu-Foglio
Diametro esterno in mm	5,2	6,15	10,3	15	5,8	9,8	10,3	7,4	10,8

Tabella 5 *Cavi Coassiali - Dati Tecnici misurati (Fonte: http://www.hsp.it/ - Hardsoft products, Chieti)*

digitale) riportano una scala in decibel dove il massimo è spesso +3 dB o +6 dB, e il minimo è un valore negativo che rappresenta la dinamica dell'amplificatore (figura 11).
In questi casi, lo zero della scala (la grandezza di riferimento) è dato dall'ampiezza massima del segnale che può essere riprodotto senza introdurre distorsione.

La tabella 7 riporta alcuni valori tipici espressi in decibel, ottenuti dal rapporto di due grandezze omogenee N_1 ed N_2, facendo riferimento alla definizione

$$A_{dB} = 20\text{Log}\,\frac{N_1}{N_2}$$

Dalla tabella 8 si vede che un valore in decibel di 3 dB indica che la grandezza N_1 è circa doppia di N_2, mentre un valore di 10 dB indica che N_1 è esattamente dieci volte N_2; dato che la scala dei dB è logaritmica, se N_1 è 20 volte maggiore di N_2 il loro rapporto in dB sarà (20 = 2 x 10) di 13 dB (13 = 3 + 10). Se N_1 è 1000 volte N_2, il rapporto in dB sarà 30 dB. Se viceversa N_1 è più piccola di N_2, il valore in dB diventa negativo: -3 dB se è la metà, -10 dB se è un decimo eccetera. Quindi a valori positivi corrisponde un'amplificazione e a valori negativi (espressi in dB) corrisponde un fenomeno di "attenuazione".

	Dimensioni			
Nucleo	diametro est. [mm]	diametro int. [mm]	altezza [mm]	sezione [cm²]
T-12	3.18	1.57	1.27	0.010
T-16	4.06	1.98	1.52	0.016
T-20	5.08	2.24	1.78	0.025
T-25	6.35	3.05	2.44	0.042
T-30	7.80	3.84	3.25	0.065
T-37	9.53	5.21	3.25	0.070
T-44	11.18	5.82	4.04	0.107
T-50	12.70	7.62	4.83	0.121
T-68	17.53	9.40	4.83	0.196
T-80	20.20	12.57	6.35	0.242
T-94	23.93	14.22	7.92	0.385
T-106	26.92	14.48	11.10	0.690
T-130	33.02	19.81	11.10	0.73
T-157	39.88	24.13	14.48	1.14
T-184	46.74	24.13	18.03	2.04
T-200	50.80	31.75	13.97	1.33
T-200A	50.80	31.75	25.40	2.42
T-225	57.15	35.56	13.97	1.50
T-225A	57.15	35.56	25.40	2.73
T-300	76.20	48.77	12.70	1.81
T-300A	76.20	48.77	25.40	3.58
T-400	101.60	57.15	16.51	3.66
T-400A	101.60	57.15	25.40	7.43
T-520	132.08	78.23	20.32	5.46

Tabella 6 *Dimensioni di nuclei magnetici toroidali*

I decibel sono spesso utilizzati per esprimere valori di intensità sonora, generalmente rapportati alla soglia di udibilità. La tabella 7 riporta alcuni valori tipici, corrispondenti a situazioni reali di rumore. I valori riportati in tabella devono essere considerati indicativi, in quanto le situazioni a cui si riferiscono sono del tutto generiche.

RINGRAZIAMENTI

Cari Lettori, il tempo è volato e siamo giunti all'ultima puntata del Corso. Speriamo che gli argomenti trattati ed il "modo" in cui sono stati affrontati sia stato di vostro gradimento. Stiamo già lavorando al nuovo Elettronicando, che tratterà l'elettronica digitale, e siamo sicuri che anche questa nuova iniziativa incontrerà il vostro interesse. L'Autore ringrazia tutti i Lettori per l'attenzione dimostrata durante tutta la durata del Corso. Grazie!
L'Autore desidera esprimere i suoi più sinceri ringraziamenti a due persone insostituibili, Tiziano Galizia e Maurizio Del Corso. Al primo per avergli permesso di collaborare con FE e per avergli dedicato uno spazio del quale spera di aver fatto sempre buon uso! Al secondo va un "grazie" immenso per i preziosi consigli elargiti durante la stesura di tutte le puntate. Grazie!

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ED ALTRO

Un ottimo riferimento per la strumentazione di

Figura 10 *Struttura di un cavo coassiale*

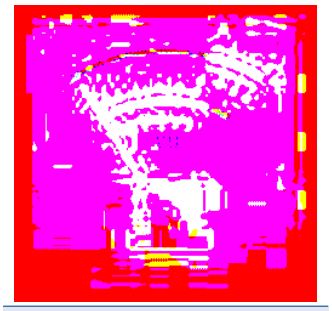


Figura 11 *Un esempio di VU-meter di tipo analogico*

misura è il sito di Agilent Technologies: *www.agilent.it* Molti riferimenti agli strumenti numerici e alla loro struttura interna è contenuto in:
P. Horowitz, W. Hill – "The Art of Electronics", Cambridge University Press, II ed., 1989.
Per le tabelle relative ai componenti (resistori, condensatori, cavi coassiali, ed altro) si trova molto materiale in Internet, utilizzando i motori di ricerca più comuni.

Codice MIP 247018

$\frac{N_1}{N_2}$	$10\text{Log}\frac{N_1}{N_2}$	$20\text{Log}\frac{N_1}{N_2}$
10^6	60	120
10^3	30	60
100	20	40
10	10	20
2	3	6
1	0	0
0,5	-3	-6
0,1	-10	-20
0,01	-20	-40
10^{-3}	-30	-60
10^{-6}	-60	-120

Tabella 7 *Alcuni valori tipici di rapporti espressi in decibel*

dB	Sorgente
250	All'interno di un tornado
180	Motore di un missile a 30 m
150	Motore di un jet a 30 m
140	Colpo di fucile a 1 m
130	Soglia del dolore
120	Concerto Rock
110	Motosega a 1 metro
100	Martello pneumatico a 2 m; Discoteca
80	Aspirapolvere a 1 m
70	Traffico intenso a 5 m; radio ad alto volume
60	Ufficio rumoroso, radio
50	Ambiente domestico; teatro a 10 m
40	Quartiere abitato di notte
30	Sussurri a 5 m
10	Respiro umano a 3 m
0	Soglia dell'udibile (uomo con orecchio acuto)

Tabella 8 *Alcuni valori tipici di rumorosità espressi in decibel*

Codice MIP 247027
www.mdsrl.it

La tecnica DDS

In questo articolo è presentato il progetto di un generatore di toni standard (musicali, DTMF e Telecom) utilizzante la tecnica DDS ed implementato con un microcontrollore PIC.

Il generatore di toni standard, presentato in questo progetto ha la caratteristica di generare tre classi diverse di toni: musicali, DTMF e Telecom (standard BELL 202-103, V.23, V.21). La selezione dei toni avviene configurando opportunamente dei pin, mentre la riproduzione è attivata mediante un segnale esterno che definisce anche la durata della riproduzione.

IL GENERATORE DI TONI STANDARD

La tecnica di sintesi digitale diretta (DDS) e il microcontrollore PIC16F84A rappresentano gli elementi base di questo progetto. Tutti i circuiti necessari per la realizzazione del generatore sono realizzati nel codice quindi la realizzazione del generatore richiede poche risorse hardware esterne.
Per una maggiore comprensione del circuito fate riferimento alla figura 1 che riporta la mappa dei segnali disponibili su ogni pin del PIC mentre esegue il codice.

Funzionamento del generatore

All'accensione, dopo la procedura di reset interna, il PIC si mette in stand-by.
Per la riproduzione dei toni bisogna applicare sul segnale *STROBE* un impulso positivo (+5V), mentre sugli ingressi C0÷C5 si può impostare la selezione dei toni da riprodurre, configurandoli secondo quanto riportato nel paragrafo *Configurazione toni e frequenze*.
In figura 2 è riportato l'andamento temporale del segnale STROBE e lo stato del PIC nelle diverse fasi.
Durante il fronte di salita di STROBE la configurazione presente su C0÷C5 viene "caricata" e utilizzata per la selezione del tono che si vuole riprodurre.
Questo vuol dire che la configurazione sui pin C5÷C0 deve essere, al momento del fronte di salita di STROBE, gia stabile da un

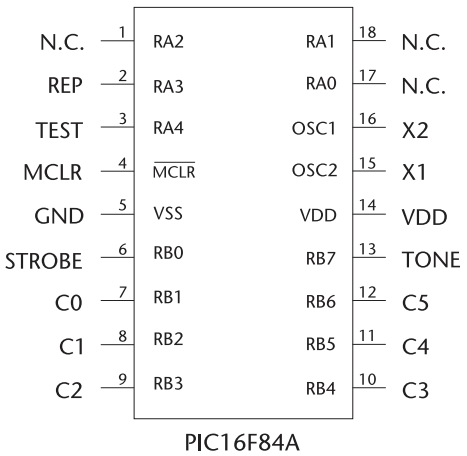


Figura 1 *Mappa segnali disponibili sui pin del PIC16F84A*

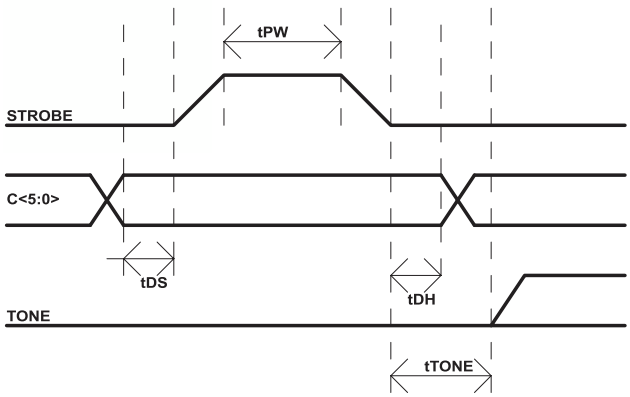


Figura 2 *Andamento temporale di STROBE - stato della riproduzione*

Generatore di toni standard DTMF/TELECOM/MUSICA

di Salvatore Torrisi

tempo di almeno ***tDS*** secondi. Questo vincolo garantisce che venga caricata la configurazione voluta e non una diversa a causa della presenza di una transizione su C.
La durata dell'impulso deve essere almeno **tPW** secondi per garantire l'attivazione della riproduzione. Durante il fronte di discesa di STROBE si attiva la riproduzione che inizierà dopo ***tON*** secondi e continuerà finché il segnale STROBE rimane basso.
Il tono generato è prelevabile dal pin TONE. Durante la riproduzione il pin REP viene portato al livello alto, il quale può essere utilizzato come riscontro della riproduzione in atto. Un semplice utilizzo potrebbe essere quella di collegare al pin REP un diodo led.
Per mettere il chip nello stato di stand-by bisogna eseguire la procedura di SLOW DOWN che consiste nel mettere su C0÷C5 la configurazione 00h e generare un impulso su STROBE Questo è equivalente a caricare e riprodurre il tono corrispondente a 00h.
Il circuito prevede anche una procedura test che si attiva quando l'omonimo segnale (TEST) è fissato alto. In tal caso viene ignorata la configurazione presente su C0÷C5 e vengono riprodotti in sequenza tutti i toni. Ad ogni impulso di STROBE cambia il tono riprodotto in uscita.
Dopo la fase di TEST per riportare il chip in modalità normale bisogna eseguire la procedura di SLOW DOWN.

Simbolo	Parametro	Min	Typ	Max	Unità
Vdd	Tensione di limentazione	2.7	5	5.5	V
tPW	Larghezza impulso		500		ns
tTONE	Tempo di start up di TONE		52		µs
tDS	Tempo di set-up per C	100			ns
tDH	Tempo di hold time per C	100			ns

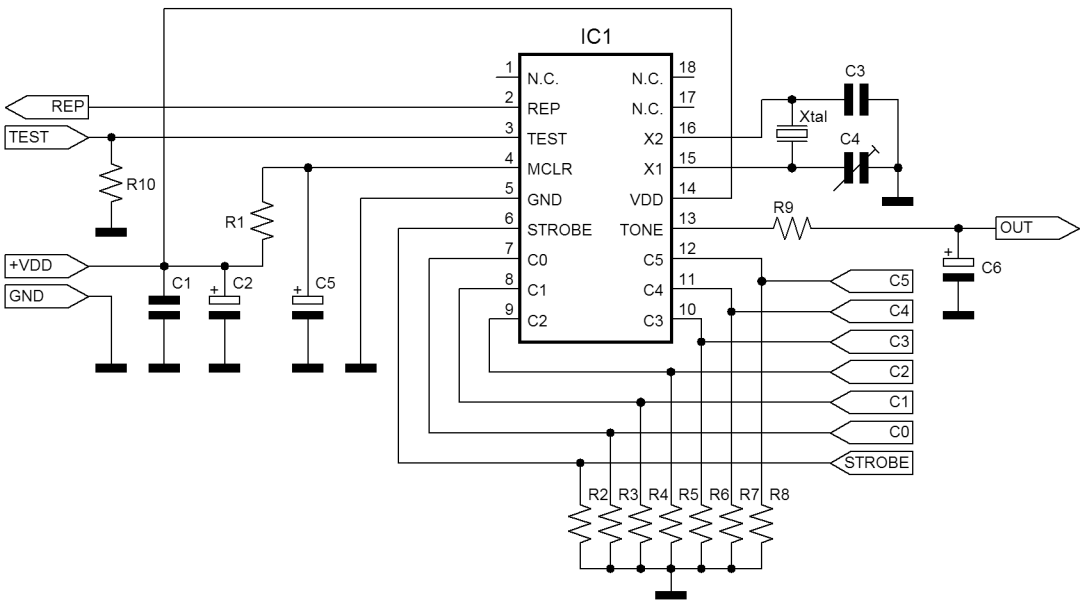


Figura 3 Schema elettrico del generatore di toni

Descrizione del progetto

In figura 3 è riportato lo schema elettrico del generatore di toni. Il circuito è costituito da un microcontrollore uP **16F84A** e da alcuni componenti passivi, le cui caratteristiche elettriche sono riportate nella tabella seguente, ulteriori caratteristiche le potete trovare nel data-sheet del PIC16F84A.

Elenco componenti	
R1	10 KΩ 1/4 W
R2÷R8, R10	100 KΩ 1/4 W
R9	1 KΩ 1/4 W
C1, C6	100 nF ceramico
C2	100 µF 16 V elettrolitico
C3	10 pF ceramico
C4	4-20 pF compensatore
C5	1 µF 16 V elettrolitico
IC1	PIC16F84A
XTAL	Quarzo 4 MHz (*)

(*) La scelta del valore del quarzo è estremamente importante poiché il valore della frequenza XTAL rientra nel calcolo d'alcuni parametri delle routine di generazione.

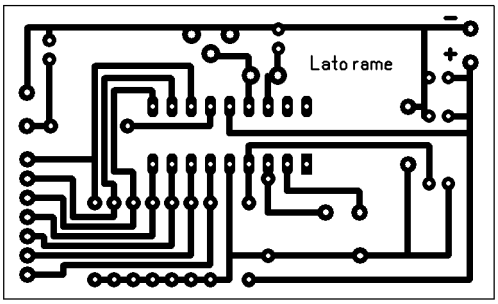


Figura 4 Circuito stampato in scala 1:1 (lato rame)

Figura 5 Piano di montaggio componenti

Montaggio

In figura 3 e 4 sono riportati il circuito stampato lato rame e il piano di montaggio dei componenti del riproduttore. Il circuito può essere parte integrante di progetti più complessi per cui il circuito stampato è utilizzabile per la realizzazione del solo generatore

Taratura e Collaudo

La taratura del circuito è semplice ma importante per la qualità e precisione dei toni generati, per cui è necessario utilizzare un frequenzimetro.

DTMF		
Nome tono	Frequenza standard (Hz)	C0÷C5 (HEX)
R1	697	01
R2	770	02
R3	852	03
R4	941	04
C1	1209	05
C2	1336	06
C3	1477	07
C4	1633	08

Tabella 1 Generazione toni DTMF

TELECOM		
Nome tono	Frequenza standard (Hz)	C0÷C5 (HEX)
(v.23)	1300 (v.23)	09
(V.23)	2100 (V.23)	A
(Bell 202)	1200 (Bell 202)	B
(Bell 202)	2200 (Bell 202)	C
(V.21)	980 (V.21)	D
(V.21)	1180 (V.21)	E
(Bell 103)	1070 (Bell 103)	F
(Bell 103)	1270 (Bell 103)	10
(V.23)	1650 (V.23)	11
(V.23)	1850 (V.23)	12
(Bell 103)	2025 (Bell 103)	13
(Bell 103)	2225 (Bell 103)	14

Tabella 2 Generazione toni TELECOM

MUSICALI					
Nome tono	Frequenza standard (Hz)	C0÷C5 (HEX)	Nome tono	Frequenza standard (Hz)	C0÷C5 (HEX)
C4	261,62	15	A#5	932,32	2B
C#4	277,18	16	B5	987,76	2C
D4	293,66	17	C6	1046,5	2D
D#4	311,13	18	C#6	1108,74	2E
E4	329,62	19	D6	1174,66	2F
F4	349,23	1A	D#6	1244,51	30
F#4	369,99	1B	E6	1318,5	31
G4	391,92	1C	F6	1396,93	32
G#4	415,3	1D	F#6	1479,97	33
A4	440	1E	G6	1567,68	34
A#4	466,16	1F	G#6	1661,22	35
B4	493,88	20	A6	1760	36
C5	523,25	21	A#6	1864,64	37
C#5	554,37	22	B6	1975,52	38
D5	587,33	23	C7	2092,99	39
D#5	622,26	24	C#7	2217,47	3A
E5	659,25	25	D7	2349,31	3B
F5	698,46	26	D#7	2489,02	3C
F#5	739,98	27	E7	2636,99	3D
G5	783,84	28	F7	2793,86	3E
G#5	830,61	29	F#7	2959,94	3F
A5	880	2 A			

Tabella 3 *Generazione di toni musicali (notazione inglese)*

Dopo aver collegato il probe del frequenzimetro sul pin 15 del PIC, mediante un cacciavite per RF (in plastica), bisogna agire su C4 ruotandolo in modo da leggere la frequenza del quarzo utilizzato più vicina al suo valore nominale, nel nostro caso 4 Mhz.
Se per qualche motivo non si riesca ad ottenere il valore desiderato, si può cambiare il valore di C3 o C4.

CONFIGURAZIONE TONI E FREQUENZE

Nelle tabelle 1÷3 sono riportati i toni, suddivisi per classe, che è possibile generare ed il valore che deve avere la configurazione dei pin C0÷C5 affinché siano selezionati.

APPLICAZIONI E MIGLIORAMENTI

Per la sua natura questo progetto si presta a tante applicazioni. Mediante l'utilizzo di un microcontrollore come il PIC16F84A si possono realizzare circuiti per la riproduzione musicale, per modem, telefonia, eccetera. Questa è un'ulteriore conferma delle potenzialità di questa tecnica che ho ampiamente descritto nelle puntate precedenti e che si conclude con questo articolo. Vi ringrazio per gli apprezzamenti e vi do appuntamento per articoli futuri su nuovi argomenti.
Tutto il materiale necessario alla realizzazione del progetto (pcb, codice e firmware) è possibile scaricarlo dal sito di Fare Elettronica.

Codice MIP 247028

Dispositivi di protezione da

In questo articolo vengono presentati alcuni tra i più moderni componenti impiegati nel campo delle protezioni da sovratensioni per linee di comunicazione, insieme a soluzioni circuitali indicate per protezioni di tipo primario e secondario.

INTRODUZIONE

Lo scopo di una rete di Telecomunicazioni (figura 1) è di consentire lo scambio di segnali di tipo voce o dati tra due o più utenti. La rete si compone di parti che possono essere soggette a disturbi di varia natura.
Gli elementi più sensibili sono le linee di comunicazione, a causa della loro lunghezza e collocazione.
I disturbi che colpiscono le linee vi si propagano fino alle estremità, dove da un lato sono allocate le grandi centrali di commutazione e dall'altro i centralini privati e i dispositivi di utenza (telefoni, modem, fax, eccetera).
I disturbi transitori sulle linee sono fondamentalmente di due tipi:

- Impulsi di breve durata e con valori di picco elevati (dell'ordine delle migliaia di volt per centinaia di microsecondi), generati da fenomeni atmosferici.
- Impulsi di lunga durata e valori di tensione di livello medio (alcune centinaia di volt RMS per oltre un secondo), dovuti a sorgenti di alimentazione alternata.

In questa sede analizziamo questi due tipi di sovratensioni e proponiamo alcune soluzioni dedicate alla protezione degli apparati.

SOVRATENSIONI SULLE LINEE DI TLC

1. Effetti atmosferici

I fulmini atmosferici sono tra le sorgenti più comuni di sovratensioni.
Essi si formano a seguito della differenza di potenziale che si instaura tra il terreno e le nuvole, dell'ordine di alcune centinaia di migliaia di volt. Vi sono sostanzialmente due tipologie di fulmini: un primo tipo a scarica negativa, con correnti di picco intorno a 50 KAmpére, tempo

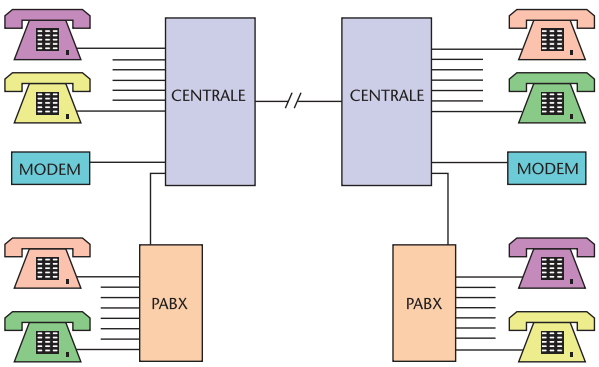


Figura 1 Topologia di una classica rete di TLC

di Agostino Rolando

di salita di 10 ÷ 15 uS e durata di 100 uS. Il secondo tipo riguarda le scariche a carica positiva, capaci di correnti di picco di 150 KA, tempo di salita tra 20 e 50 µS e durata tra 100 e 200 mS (figura 2).
Gli effetti delle scariche atmosferiche sulle linee di comunicazione si manifestano secondo due modalità, la prima di tipo *diretto*, la seconda di tipo *indotto*.
La figura 3 si riferisce al primo dei due casi, che ha luogo principalmente sulle linee aeree.
Lo shock indotto (figura 4) è più frequente di quello diretto. Il fulmine, arrivando a terra, provoca una corrente indotta nelle schermature dei cavi interrati. La corrente produce un gradiente di tensione che, in alcuni punti, va oltre la capacità di isolamento del materiale dielettrico del cavo e lo danneggia.

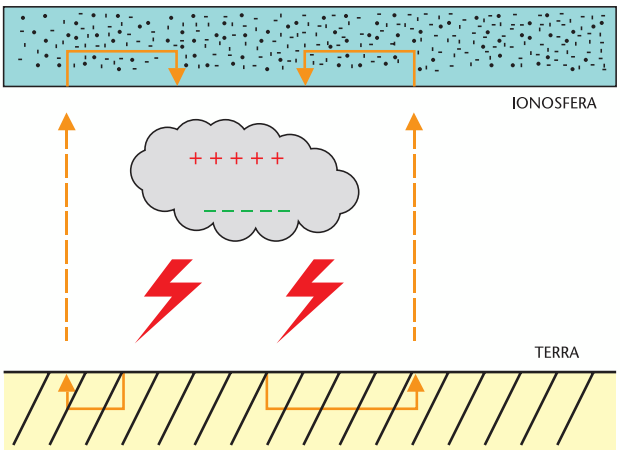


Figura 2 *Fenomeno del fulmine (lightning)*

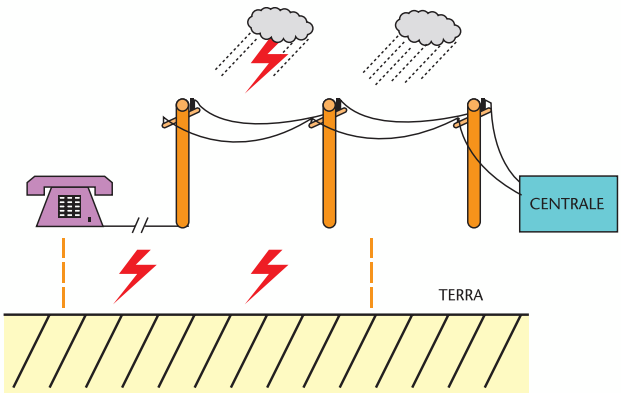


Figura 3 *Fulmine diretto*

2. Prossimità di linee di alimentazione

Per questa tipologia di fenomeni si possono individuare due situazioni tipiche:
la prima è relativa alla caduta di una linea di alimentazione in AC su un cavo telefonico, la seconda riguarda il caso di una linea di utenza che si trovi in prossimità di una linea di alimentazione o di un'apparecchiatura in AC (principalmente si tratta di accoppiamenti capacitivi).
Per questi tipi di disturbi vengono tenuti in conto valori RMS di alcuni Ampére per una durata da 1 sec a 15 min.

PROTEZIONI PRIMARIE E SECONDARIE

Le figure del paragrafo precedente ci hanno fornito un'idea di massima dell'energia che si può instaurare sulle linee.
Nella pratica i valori sono inferiori a causa delle perdite nelle resistenze di terra, degli accoppiamenti capacitivi e così via; ma non per questo sono trascurabili. In definitiva, possiamo distinguere i disturbi secondo un paio di categorie:

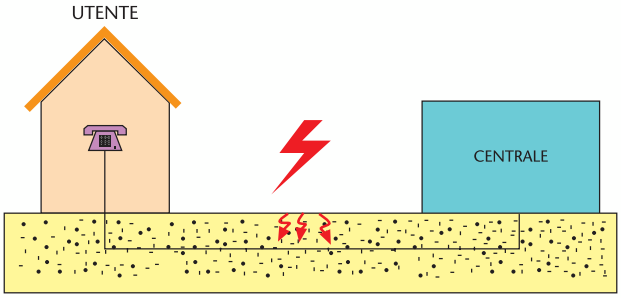


Figura 4 *Impulso indotto*

- Impulsi ad alto valore energetico e breve durata (tipicamente dovuto a fulmini),
- Impulsi di contenuto energetico inferiore ma di lunga durata (per prossimità o attraversamento con linee di alimentazione in AC).

Dal punto di vista del progetto elettrico, un parametro da tenere in considerazione è il valore molto basso di tensione di clamp che bisogna garantire per i circuiti integrati impiegati come interfacce di linea affinché non risultino danneggiati dalle sovratensioni. Questo aspetto forza il progettista a orientarsi verso protezioni a semiconduttore, le uniche che consentono bassi livelli di tensione di *clamp* e risposta rapida.
D'altra parte occorre tenere presente che, per quanto riguarda questa classe di dispositivi, in entrambe le casistiche lo stato dell'arte non consente di ottenere l'assoluta soppressione dei livelli di energia in gioco.
Se ne deduce che, per poter far fronte da un lato all'alto contenuto energetico dei disturbi e, dall'altro, alle basse tensioni di lavoro dei circuiti di utenza, si rende necessario creare due livelli distinti di protezioni (figura 5).
La protezione del primo tipo viene detta *Primaria*; è collocata direttamente ai terminali dell'interfaccia di linea e ha la funzione di sopprimere la maggior parte del transitorio.
Il secondo livello, detto di protezione *Secondaria*, si occupa di ridurre il più possibile la sovratensione residua.
La figura 6 evidenzia l'effetto pratico dei due livelli di protezione.
Nell'esempio, l'impulso sulla linea è di qualche decina di KVolt di picco e ha una durata dell'ordine della decina di ms (figura 6a). L'intervento della protezione primaria è tale da assorbire la maggior parte dell'energia incidente (figura 6b). La sovratensione residua può essere ancora di qualche KVolt e dipende dalla rapidità con cui varia il disturbo (parametro dv/dt) e dalla tecnologia dei soppressori primari utilizzati.
Ai capi del secondo livello di protezione la tensione è intorno a 10-20 Volt (figura 6c).

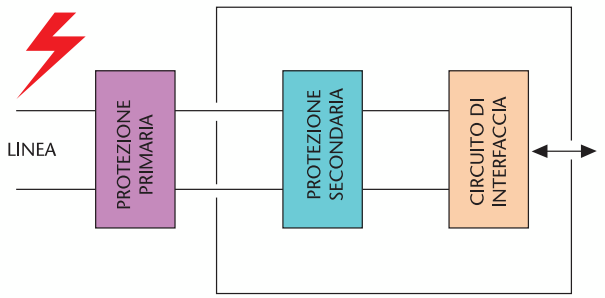


Figura 5 *Topologia del sistema di protezioni Primaria e Secondaria*

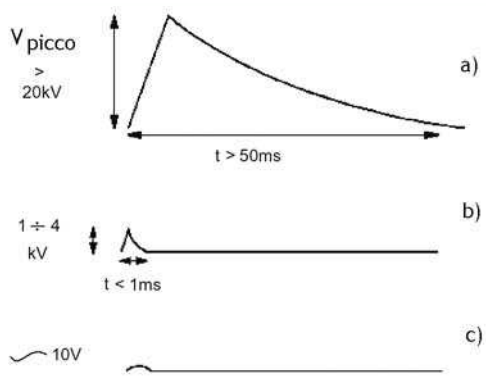


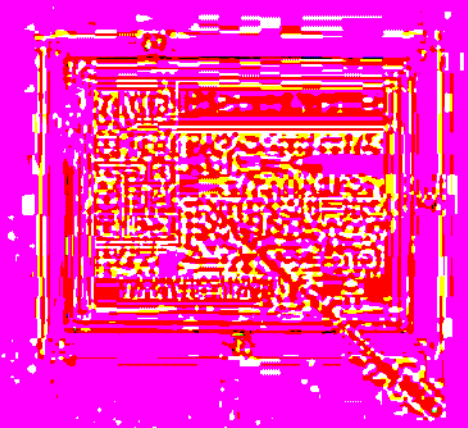
Figura 6 *Effetti delle protezioni primarie e secondarie*

PROTEZIONI PRIMARIE

Scaricatore a gas

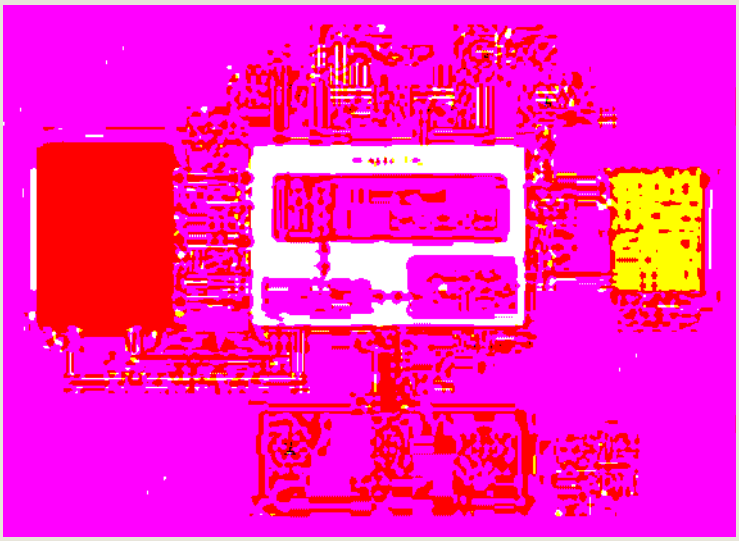
Un dispositivo molto diffuso per la protezione primaria è lo scaricatore a gas (vedere figura 7 e figura 8 per lo schema circuitale).
Questo componente è costituito da due elettrodi metallici posti entro un'ampollina di vetro o materiale ceramico contenente un miscuglio di gas nobili (argon e neon) a bassa pressione. In pratica, quando viene sottoposto a un impulso transitorio, il gas si ionizza e il dispositivo si "accende" emettendo una luce azzurrina.
Può sopportare correnti impulsive molto elevate (ad esempio 10÷20 KA per 8/20 uS). Quelli tradizionali hanno l'aspetto di piccoli cilindretti con due terminali per la saldatura sul circuito stampato. Recentemente ne sono stati realizzati anche modelli di dimensioni molto più contenute e a montaggio superficiale (vedere datasheet allegati).
Lo scaricatore è semplice, intrinsecamente robusto e presenta un'ottima resistenza agli shock ripetitivi. Il parametro caratteristico è la tensione continua di intervento Vag (ad esempio 230 V) che dipende dalla tensione di breakdown del gas.
Se viene sottoposto a un impulso con un fronte di salita ripido, ad esempio di 1000V/µs, la tensione di intervento risulta superiore alla Vag, ad esempio 500 V.

Un innovativo LCD controller:



Gli iLCD sono una famiglia di innovativi display grafici nati per abbattere drasticamente i tempi di sviluppo.
È possibile creare in maniera molto semplice e rapidissima numerosissime schermate utilizzando tutti i fonts di windows, animazioni, templates e macro, grazie ad un software gratuito.

Solo con questi prodotti è possibile lasciare al display tutta la gestione della grafica.
Sono disponibili versioni con touch screen.



CARATTERISTICHE HARDWARE

- Supporto per tastiera fino a 32 tasti
- Supporto per 6 LED (on/off/blinking)
- 4 ingressi analogici o digitali
- Cotrollo per 2 relè (max 100mA)
- 198Kbyte FLASH 512Byte EEPROM
- Possibilità di gestire un alimentatore ATX
- Contrasto e retroilluminazione gestibili via software
- Firmware aggiornabile via RS232 o USB

INTERFACCE

- USB
- RS232 (110Baud.. 115200Baud)
- RS422 e RS485
- I2C Bus

netwaves.it

INWARE SRL
Via Cadorna, 27/31
20032, Cormano, MI - Italy

Tel.: +39 02.66504794 - 02.66504755
Fax: +39 02.66508225

info@inware.it
www.netwaves.it

Codice MIP 247035

In figura 9 ne è riportata la caratteristica tensione-corrente.
Dopo l'innesco la tensione scende a un valore di qualche decina di volt e la corrente transita verso terra. Un inconveniente è la relativa lentezza nella risposta (4-5 uS), dovuta all'instaurarsi della ionizzazione.

Varistore

Il *varistore* (da Variable Resistor) è un dispositivo a resistenza variabile in dipendenza dalla tensione applicata ai suoi capi. La curva caratteristica tensione-corrente (in figura 11b), mostra come la sua resistenza diminuisca all'aumentare della tensione, con polarità simmetrica.
La funzione che realizza è quella di shunt a bassa resistenza.
Gli attuali varistori a ossido metallico possono operare negli stessi contesti abitualmente riservati a zener e diodi soppressori di transienti (TVS).
Ad esempio, la serie SIOV di Epcos, ha un'ottima capacità in termini di corrente impulsiva assorbita (decine di KA) e tempi di risposta rapidissimi (tipicamente inferiori a 25 nS, 0.5 nS nel caso SMD).
Pertanto, nello schema di figura 8, allo scaricatore si può associare un varistore. In questo modo si combina l'elevata capacità di drenaggio della corrente dello scaricatore con la rapidità di intervento del varistore. Nel complesso si ottiene una robusta protezione contro le sovratensioni per linee di comunicazione (figura 10). Questa soluzione è particolarmente indicata per contrastare transitori che durano molto più a lungo rispetto alle situazioni tipiche in cui operano le protezioni a semiconduttore.

Figura 7 Alcuni tipi di scaricatori EPCOS

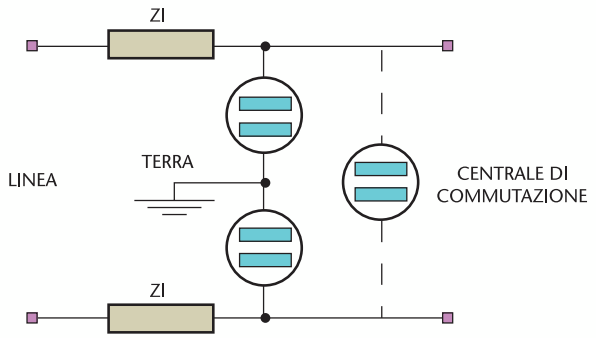


Figura 8 Schema di protezione primaria con scaricatori a gas

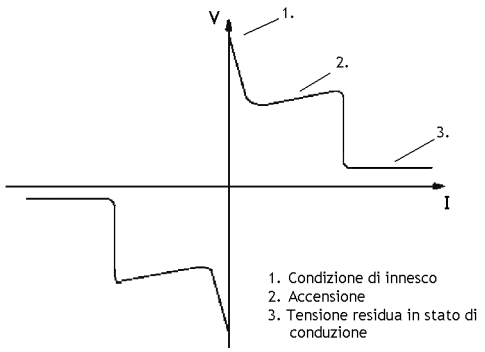


Figura 9 Caratteristica dello scaricatore

PROTEZIONI SECONDARIE: TIPO SERIE E PARALLELO

La protezione di livello secondario si ottiene con due tipologie di dispositivi (figura 13):

- Protezioni di tipo *serie*, che garantiscono un riparo nei casi di prossimità con linee di potenza in corrente alternata.

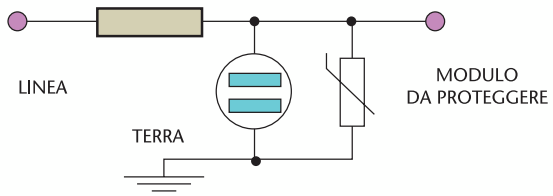


Figura 10 Combinazione scaricatore-varistore

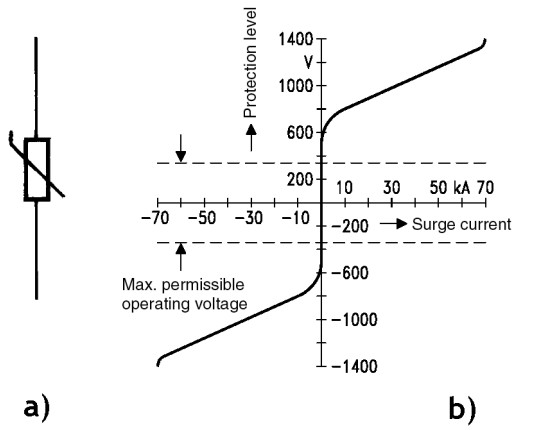


Figura 11 (a) Simbolo circuitale
(b) Caratteristica tensione-corrente del varistore SIOV-B60K250

Catalogo Generale 2006

Richiedi subito la tua copia!

Codice MIP 247037

- Protezioni di tipo parallelo, che agiscono nel senso di sopprimere le sovratensioni residue dovute ai fenomeni atmosferici.

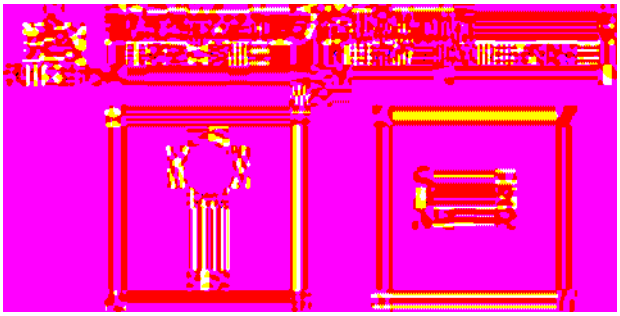


Figura 12 Alcuni tipi di varistori EPCOS

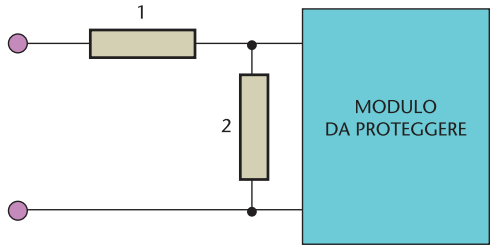


Figura 13 Protezioni tipo serie (1) e parallelo (2)

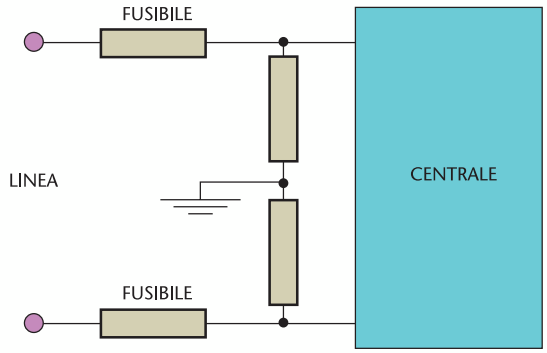


Figura 14 Protezione da fusibile

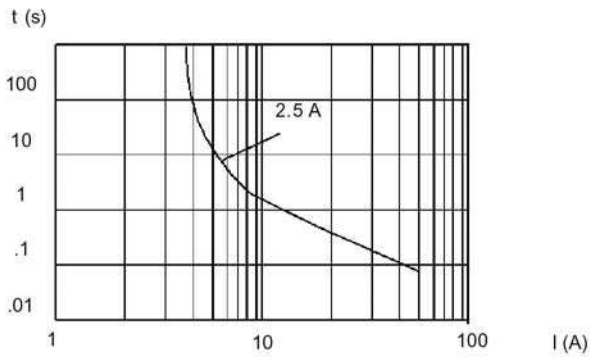


Figura 15 Caratteristica del fusibile

DISPOSITIVI DI TIPO SERIE

La loro funzione consiste nell'interrompere il circuito o nell'incrementare considerevolmente la propria resistenza elettrica rispetto al valore nominale, in modo da limitare la corrente circolante.

Fusibile

Il più semplice dispositivo di questo tipo è il classico *fusibile*. La figura 14 mostra un apparato di commutazione protetto da fusibili, mentre la figura 15 riporta un esempio di curva di intervento di un fusibile.
Questi componenti forniscono un'assoluta sicurezza dopo l'interruzione. Il loro inconveniente sta nella necessità di manutenzione.

Termistori

Il termistore o PTC (Positive Temperature Coefficient) è invece un dispositivo che manifesta un rapido incremento di resistenza ohmica in funzione della temperatura. Il funzionamento (vedere figura 16) è il seguente: quando si verifica un disturbo impulsivo sulla linea, la protezione parallela (PP) si attiva per prima. A questo

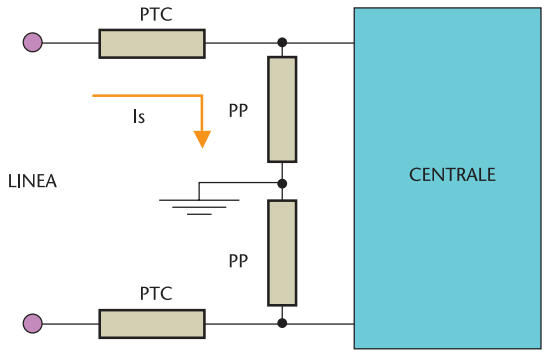


Figura 16 Protezione su base PTC

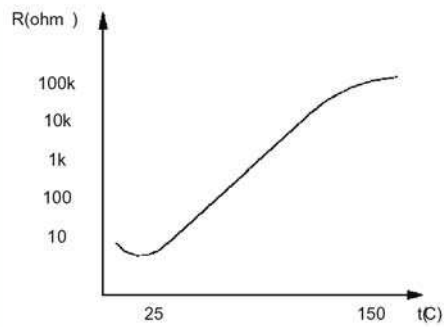


Figura 17 Andamento della resistenza del PTC con la temperatura

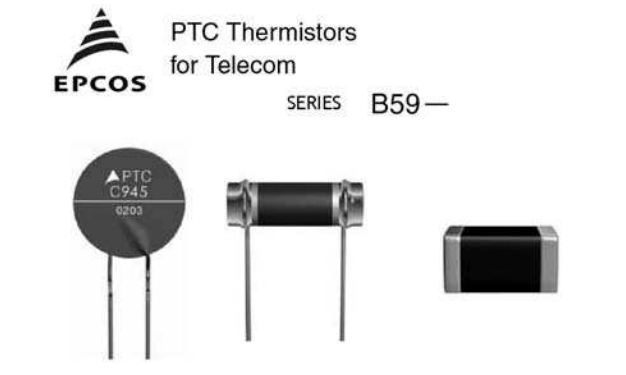


Figura 18 Esempi di PTC

punto la corrente impulsiva, generata dall'azione della protezione parallela, passando attraverso il PTC ne provoca un incremento di temperatura. La conseguenza è un drastico aumento della resistenza interna e quindi una sostanziosa limitazione della corrente circolante. Come mostrato in figura 17, il valore resistivo del PTC cresce rapidamente in funzione della temperatura.
Quello che costituisce il principale svantaggio del fusibile non si verifica con il PTC. Purtroppo vi sono altri fattori che ne sconsigliano l'uso: in primo luogo l'eccessiva variabilità di comportamento da componente a componente; inoltre, una certa lentezza nel ritorno alla situazione di riposo e un cospicuo drift del valore resistivo nominale.
Un altro dispositivo, da poter disporre utilmente in serie, è una semplice resistenza (di modesto valore ohmico, per non attenuare il segnale utile), il cui scopo è di limitare la corrente che scorre nella protezione parallela.

DISPOSITIVI DI TIPO PARALLELO

Chiaramente, poiché la tecnologia impiegata nella terminazione di linea fa sempre più uso di soluzioni digitali, il soggetto principale da proteggere è il circuito integrato.

Di conseguenza sono necessari tempi di intervento estremamente rapidi e basse tensioni di clamp. Pertanto la protezione parallela si è evoluta a favore dei dispositivi a semiconduttore,

che sono i soli in grado di garantire questi parametri. Prendiamo in considerazione componenti della SGS_Thomson; ne esistono sostanzialmente due categorie, basate su differenti approcci:

- Ad azione di tipo "clamp", o tosatrice
- Ad azione di tipo "crowbar", o barra trasversale

Modo clamp

Questo genere di dispositivo è detto *TRANSIL* e si basa sull'effetto di breakdown di una giunzione a semiconduttore (vedere figura 19). Da un dispositivo all'altro cambiano i parametri Vrm, Vbr e Vcl, dove Vrm rappresenta la tensione di polarizzazione, Vbr è la tensione di breakdown al ginocchio della caratteristica e Vcl è la tensione di clamp.
Come scegliere il componente? Note le tensioni nominali di funzionamento sulla linea, si comincia con lo scegliere un dispositivo la cui tensione di lavoro, sul tratto orizzontale della caratteristica, rimanga compresa tra zero e Vrm. In questa condizione il *TRANSIL* si comporta sostanzialmente come un circuito aperto e assorbe una corrente molto piccola (alcuni uA, a 25 gradi C).
Quando si verifica un impulso di sovratensione, il punto di lavoro si sposta lungo la caratteristica, nel tratto tra Vbr e Vcl. Qui l'incremento nella tensione è modesto, ma la corrente assorbita cresce moltissimo. Ora il dispositivo si comporta in modo da mantenere ai suoi capi la tensione Vcl, a scapito di un incremento della propria temperatura interna.
Durante la fase di clamp il *TRANSIL* si trova a dissipare la maggior parte dell'energia in transito.

Modo crowbar

Il dispositivo a crowbar viene detto *TRISIL* e si basa sull'effetto di breakover (vedere la curva di figura 20).
In operatività normale il dispositivo lavora nell'area tra zero e Vrm e la corrente di polarizzazione che lo attraversa è, anche in questo caso, molto piccola.
Quando giunge l'impulso in ingresso il *TRISIL* inizia a condurre e lavora per un certo tempo in modo clamp tra Vbr e Vbo. Superata la Vbo, si verifica un "salto" e il punto di lavoro si trasferi-

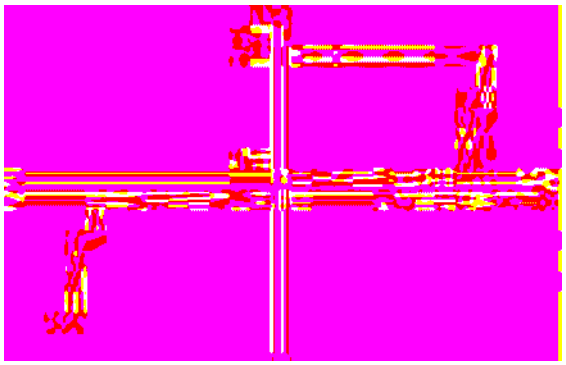


Figura 19 *Caratteristica del TRANSIL*

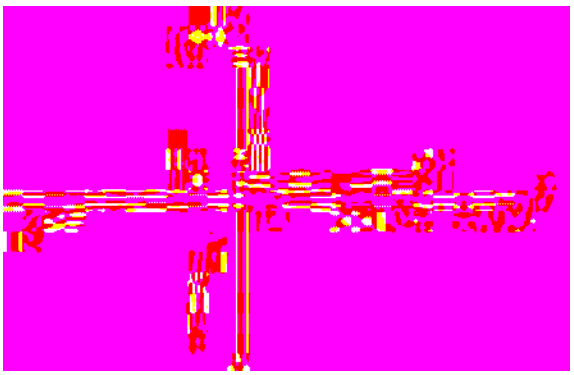


Figura 20 *Caratteristica del TRISIL*

Figura 21 *Caratteristica del TRISIL*

Figura 22 *La serie SMP30 di SGS-Thomson*

COMPUTER & RADIO FEST® AMATORE

Organizzazione fiere mostre e mercati

presenta la

FIERA

dell'elettronica & del radioamatore di Cerea (Verona)

MOSTRA MERCATO

14-15 GENNAIO 2006

- RADIANTISMO
- ELETTRONICA
- COMPUTER
- EDITORIA
- TELEFONIA
- TV-SATELLITARE
- HOBBISTICA
- RADIO D'EPOCA

ORARIO AL PUBBLICO:
09.00 - 18.00

prevendita biglietti dalle ore 08.00

Informazioni: 337 676719
E-mail: info@compendiofiere.it

Comune di Cerea

Codice MIP 247041

sce sul tratto verticale della caratteristica. In questa condizione il *TRISIL* si "accende" e si comporta come un corto circuito; mantiene cioè ai suoi capi una piccola tensione e tende ad assorbire tutta la corrente, compatibilmente con la propria capacità di dissipazione.
Passato il disturbo, la corrente decresce. Fino a che la corrente rimane sopra il valore di sostentamento Ih (hold), il *TRISIL* rimane in conduzione. Sotto questo valore, torna a "spegnersi".
Vi sono due tipologie di *TRISIL*, il primo tipo a soglia predefinita e il secondo con tensione di breakover regolabile.
Durante la fase di soppressione del transitorio, poiché il *TRISIL* offre un'impedenza molto bassa, la maggior parte dell'energia viene dissipata negli elementi di resistenza serie presenti sulla linea.
Il *TRISIL* ha caratteristiche tali da renderlo ideale per le protezioni secondarie da alta tensione. Tra i semiconduttori, è quanto di più simile esiste allo scaricatore a gas.

Osservazioni

Il Transil può essere di tipo unidirezionale o bidirezionale; i rispettivi simboli di schematica sono riportati nelle figure 23a e 23b. Nel caso unidirezionale esso "tosa" il segnale solo in un verso, mentre funziona come un normale diodo rettificatore nell'altro verso.
Il Trisil è bidirezionale e, come già accennato, può essere a soglia di breakover fissa (figura 23c) o variabile, nel qual caso possiede un ingresso di gate aggiuntivo (figura 23d).

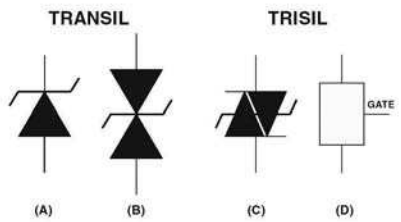


Figura 23 *Simboli di schematica*

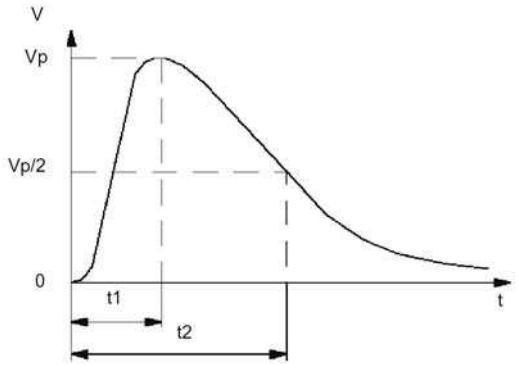


Figura 24 *Forma d'onda standard per il test di Lightning*

STANDARDS IN USO

Le due citate tipologie di disturbi da sovratensioni sono regolate da standard, cui ci si riferisce con i termini *Lightning* e *Crossing*, per ognuno dei quali si costruiscono specifiche apparecchiature di test per le simulazioni di laboratorio.

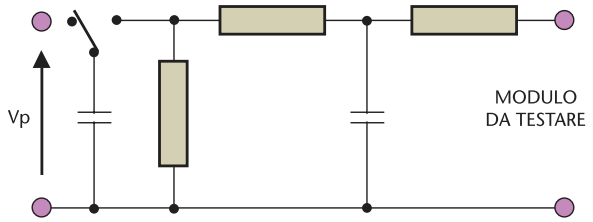


Figura 25 *Schema del generatore di test per Lightning*

NAZIONE	ENTE	IMPULSO (µS)
Inghilterra	British Telecom	10/700
Francia	France Telecom	0.5/700
Germania	Bundesposts	10/700
Italia	Telecom Italia	0.5/700 1/100
Spagna	Telefonica de Espana	1/1000
Svezia	Televerket	10/700
Svizzera	PTT-Betriebe	10/700 1.2/50
USA	Bell	10/1000 10/360 2/10
	FCC	10/560 10/160 2/10

Tabella 1 *Lista degli standard per Lightning*

Lightning

La sovratensione viene simulata con una forma d'onda a "doppia esponenziale", come da figura 24.
L'impuso è specificato in base al tempo di salita (t1) e alla sua durata (t2), quest'ultima riferita al raggiungimento del 50% del tratto in discesa del picco.
Ciascuna nazione ha definito propri standard, con più o meno lievi differenze. La tabella 1 ne mette a confronto le caratteristiche.
Il generatore di test tipico ha una struttura di principio del tipo di quella riportata in figura 25.

Crossing

Il caso tipico è costituito dall'attraversamento o dalla prossimità con linee di alimentazione in AC.
Queste situazioni l'apparecchiatura di test le simula con un generatore sinusoidale (da 50 o 60 Hz) che inietta un segnale attraverso una data resistenza serie Rs (figura 26), per un tempo prestabilito.

NAZIONE	TENSIONE (Volt RMS)	RES. SERIE (Ohm)	DURATA
Inghilterra	0÷250 0÷650 0÷430 (50 Hz)	40÷400 150 150	15 min 1 S 2 S
Francia	0÷1000 > 1000 (50 Hz)	20 3000	Treni da 1 S ON e 10 S OFF
Germania	300 (50 Hz, 16,6 Hz)	600	200 mS
Italia	300 650 220	600 200 10,600	500 mS 500mS 15 min
USA	0÷50 50÷100 100÷600	150 600 600	15 min 15 min 60x1 S

Tabella 2 Lista degli standard per il tipo Crossing

SERIE	CORRENTE SUPPORTATA PER T=1 mS			
	10 V	62 V	150 V	220 V
TRANSIL 1.5 KE	103 A	17,7 A	7,2 A	4,6 A
TRISIL TPB	-	100 A	100 A	100 A

Tabella 3: corrente sopportata dai dispositivi Transil 1.5KE e Trisil TPB

APPROFONDIMENTI

Confronto fra Transil e Trisil

Mettiamo ora a confronto il comportamento elettrico del Transil e del Trisil nei riguardi di un medesimo impulso transitorio (figura 27 a).
Le sezioni (b) e (c) della figura 27 rappresentano rispettivamente la tensione ai capi del Transil e la corrente che lo attraversa. Possiamo notare che la corrente passa nel dispositivo solo durante la fase di clamping. Questo fatto va tenuto in conto quando si deve scegliere il dispositivo adatto alle proprie esigenze, poiché la durata della corrente assorbita è sempre più breve di quella del segnale di sovratensione.
Le sezioni (d) ed (e) della figura si riferiscono al comportamento del Trisil. Come abbiamo già visto, il dispositivo si accende quando la tensione ai suoi capi raggiunge il valore di breakover Vbo e rimane nello stato di conduzione fino a che la corrente che lo attraversa non scende sotto il valore di supporto Ih. La corrente transita attraverso il Trisil per tutta la durata della fase di conduzione.

Dissipazione di potenza

La potenza dissipata nel dispositivo di protezione (Transil o Trisil che sia) è dovuta alla tensione ai suoi capi e alla corrente che lo attraversa.
Tuttavia notiamo che, per un medesimo package, la corrente sopportata dal Transil è correlata con la sua tensione di breakdown, mentre per il Trisil il ragionamento da fare è di altro genere.
Consideriamo ad esempio il package CB429: in questo formato esistono la serie Transil 1.5KE e la serie Trisil TPB; fra i due tipi le correnti

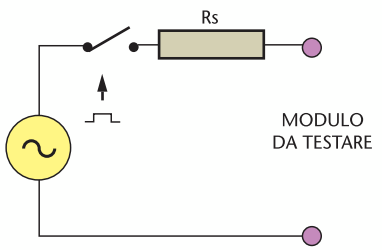


Figura 26 Schema di test per simulazione del disturbo di tipo Crossing

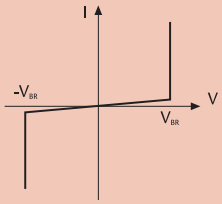
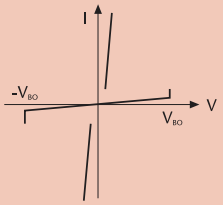
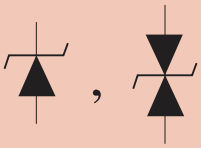
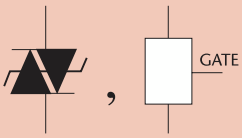
DISPOSITIVO	TRANSIL	TRISIL
TIPO DI INTERVENTO	CLAMPING	CROWBAR
CARATTERISTICA DI TRASF.		
SIMBOLO SCHEMATICO		
COMPORTAMENTO ELETTRICO		
ATTIVAZIONE	$V_{IN} > V_{BR}$	$V_{IN} > V_{BO}$
DISATTIVAZIONE	$V_{IN} < V_{BR}$	$I < I_{HOLD}$

Tabella 4 *Comparazione tra dispositivi Transil e Trisil*

sopportate sono molto diverse.
Infatti, un'occhiata alla Tabella 3 ci mostra come la corrente per un dispositivo TPB è sempre di 100 Ampére indipendentemente dalla sua Vbo, mentre per la serie 1.5KE esiste una dipendenza inversa con la tensione di breakdown, Vbr.

RIASSUMENDO

Nella tabella 4 sono riepilogati i diversi comportamenti e i rispettivi vantaggi dei dispositivi Transil e Trisil. Non si può afffermare che il Transil sia migliore del Trisil, o viceversa. Solo, che le aree di applicazione sono differenti per l'uno e per l'altro. Anzi, possono essere vantaggiosamente impiegati entrambi in una stessa circuiteria (figura 28). La SGS-Thomson produce questi dispositivi, anche in package SMD, per un ampio range di situazioni di progetto

BIBLIOGRAFIA E LINKS SUL WEB

Dal sito di Fare Elettronica sono scaricabili i data-sheet e le application notes riguardanti i componenti trattati in questo articolo.
Ulteriori informazioni si possono trovare agli indirizzi *www.st.com* e *www.epcos.com*.

Codice MIP 247032

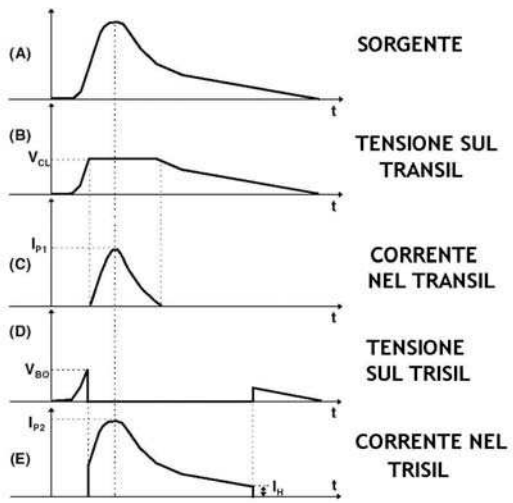


Figura 27 *Comportamento elettrico di Transil e Trisil*

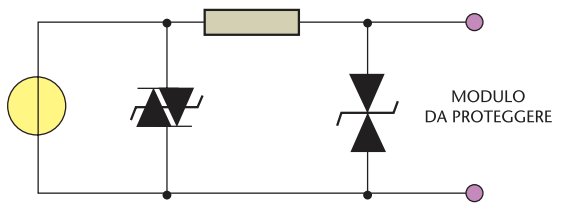


Figura 28 *Schema di protezione secondaria con Transil e Trisil*

Comune di Rimini

2006

Fiera Elettronica

mostra mercato

elettronica • hardware • software
telefonia • materiali di consumo
hobbistica • accessori • componenti
surplus • ricezione satellitare

Vieni a conoscere
LINUX!
Dimostrazioni e mini conferenze sul software libero
a cura di BLU LUG www.blu.org

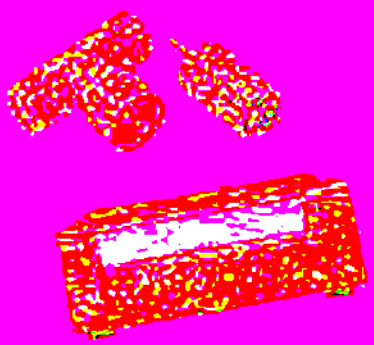
NUOVA EDIZIONE! **150 espositori di elettronica & Co.**

In collaborazione con Sezione ARI di Rimini

Palacongressi Riviera di Rimini

RIMINI
4-5 febbraio
ore 9/18

(vecchia fiera) Via della Fiera, 52 - Uscita A14 - Rimini Sud



RADIO EXPO

Mostra Mercato del Radioamatore

Saranno presenti in fiera le principali ditte del settore:

arno elettronica · new lenfit · GR Pubblicazioni

BLU NAUTILUS • tel. 0541 439573 • www.blunautilus.it

Ottava parte
n° 246 - Dicembre 2005
Ambiente di sviluppo

Nona parte
n° 247 - Gennaio 2006
Come si memorizzano i dati e le informazioni

Decima parte
n° 248 - Febbraio 2006
La scheda di sviluppo EasyPIC3

Mikrobasic per PICmicro

In questa puntata impariamo a memorizzare nella memoria del microcontrollore i dati elaborati, al fine di riutilizzarli in un secondo tempo anche dopo un'assenza di alimentazione elettrica.

Un programma memorizzato in un microcontrollore solitamente fa uso intensivo di variabili numeriche provvisorie. Questo vuol dire che se, per un qualsiasi motivo, si interrompe l'alimentazione elettrica del circuito, questo "perde" tutti i dati elaborati ed il processo inizia daccapo non appena si fornisce nuovamente la corrente. Vi sono dei casi in cui i dati devono restare permanentemente memorizzati, anche senza tensione, poiché il software potrebbe avere la necessità di riutilizzarli successivamente. In alcune applicazioni, il sistema deve aver la possibilità di "conservare" in maniera definitiva le informazioni, anche senza la presenza di tensione elettrica.

LA MEMORIA

Come dice la parola stessa, una memoria è un dispositivo capace di "ricordare" nel tempo una informazione. In essa i dati possono essere agevolmente inseriti, mantenuti e recuperati anche dopo molto tempo. In senso generale una memoria può essere di tipo *volatile*, se i dati in essa contenuti si cancellano in assenza di tensione, o di tipo *non volatile* se essa mantiene inalterate le informazioni anche senza corrente. Sono due le caratteristiche principali che contraddistinguono una memoria: il *tempo di accesso* (più è basso e più essa sarà veloce) e la *quantità di dati* memorizzabili.

Unità di misura

Come qualsiasi altra grandezza fisica, anche la memoria ha la sua unità di misura. Dal momento che essa è capace di ricordare "solamente" il *bit*, cioè uno stato logico alto (1 – acceso) oppure uno stato logico basso (0 – spento), si deve ricorrere alla rappresentazione dei suoi multipli, semplicemente per chiarezza e brevità. In generale la capacità delle memorie può essere così rappresentata, tenendo conto che 1 BIT (0-1) è l'unità fondamentale:

- **4 bit** formano **1 Nibble**
- **8 bit** formano **1 Byte**
- **16 bit** formano **1 Word**
- **1024 byte** formano **1 Kilobyte** (KB)
- **1024 KB** formano **1 Megabyte** (MB)
- **1024 MB** formano **1 Gigabyte** (GB)
- **1024 GB** formano **1 Tterabyte** (TB)

Si tratta, come si vede, di un'utile rappresentazione delle quantità di bit. I prefissi utilizzati sono

PREFISSO	NOME	VALORE
y	yocto	10^{-24}
z	zepto	10^{-21}
a	atto	10^{-18}
f	femto	10^{-15}
p	pico	10^{-12}
n	nano	10^{-9}
u (µ)	micro	10^{-6}
m	milli	10^{-3}
c	centi	10^{-2}
d	deci	10^{-1}
D	deca	10^{1}
h	etto	10^{2}
k	chilo	10^{3}
M	mega	10^{6}
G	giga	10^{9}
T	tera	10^{12}
P	peta	10^{15}
E	exa	10^{18}
Z	zetta	10^{21}
Y	yotta	10^{24}

Tabella 1 *Multipli e Sottomultipli delle grandezze*

Come si memorizzano i dati e le informazioni

di Giovanni Di Maria

comuni in tutte le unità di misure internazionali e sono rappresentate in **tabella 1**, che raccoglie una lista dei multipli e sottomultipli.

LA MEMORIA DEL PIC16F84

Il microcontrollore che stiamo studiando è composto da tanti tipi di memoria, ognuna delle quali con una funzione diversa. Con l'aiuto dello schema a blocchi del dispositivo (figura 1) andiamo ad esaminare le varie tipologie:

- **Memoria Programma** (flash program memory) contrassegnata in *verde*, che ha uno spazio di 1K di Words, corrispondenti a 1024 istruzioni.
- **Memoria Dati** (RAM) contrassegnata in *azzurro*, contenente 68 Bytes.
- **Memoria EEPROM** (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) contrassegnata in *rosso*, con una capacità di 64 Bytes. Nel corso dell'articolo faremo numerosi riferimenti ad essa.

La EEPROM

Si tratta di una speciale memoria, contenuta all'interno del PIC (ma non in tutti i modelli) che può conservare i dati anche in **assenza di alimentazione** elettrica. Costituisce in pratica una sorta di piccolo *Hard Disk* con una capienza di ben **64 bytes** (almeno per il modello 16F84). Èun valore sicuramente irrisorio, ma per le applicazioni generali di elettronica è adatto a soddisfare la maggior parte delle esigenze.

La Eeprom è funzionante in lettura e scrittura durante il normale funzionamento del microcontrollore e, a *basso livello*, non è facilmente utilizzabile in quanto gli accessi ad essa devono essere eseguiti in modo indiretto. Per fortuna il Mikrobasic si occupa automaticamente di tutta la gestione della lettura/scrittura a livello Assembler, senza minimamente coinvolgere il lavoro del programmatore, che deve occuparsi di cose ben più importanti.

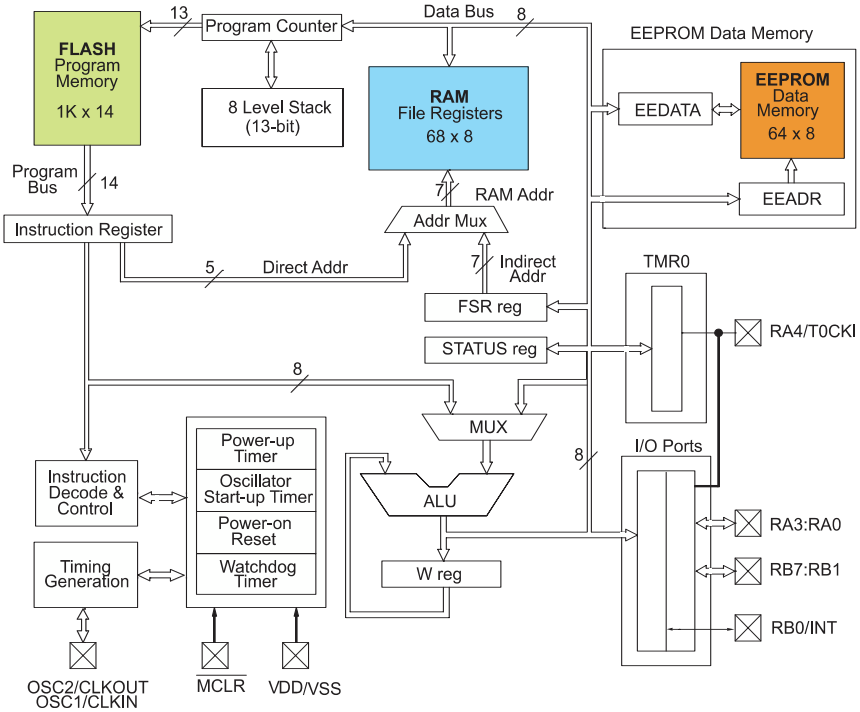


Figura 1 Schema a blocchi del PIC16F84

In lettura ogni byte è semplicemente letto con un'opportuna istruzione, mentre in scrittura il valore del dato è immesso all'interno di una specifica locazione andando a cancellare il contenuto precedente. Le operazioni di lettura e scrittura sono eseguite a gran velocità e il loro controllo è affidato al timer interno del micro.

Cosa possiamo memorizzare?

La Eeprom costituisce una sorta di *pila*, formata da 64 celle di memoria, ognuna delle quali più contenere un valore. Più precisamente, in ogni locazione può "entrare" solamente un byte, ossia un numero compreso tra 0 e 255 (ovvero 8 bit, esprimendoci in notazione binaria).
A differenza delle normali memorie statiche, nelle quali l'accesso ai dati può avvenire sequenzialmente, con metodi **FIFO** e **LIFO** (stack), nella Eeprom del PIC il processo avviene direttamente per una qualsiasi cella, senza dover necessariamente "leggere" tutte le precedenti.
Quindi se, ad esempio, si ha la necessità di accedere al byte numero 44, si può eseguire l'operazione di lettura o scrittura direttamente su tale cella, senza dover "disturbare" tutte le altre.

LE FUNZIONI BASIC

Il Mikrobasic mette a disposizione due semplici ma potenti istruzioni che permettono la gestione dei dati. Anche se in Basic tali funzioni si riducono ad **una sola** riga di programma, in Assembler esse si traducono in tantissimi comandi e op-code. Si può dunque capire come, attraverso un linguaggio ad alto livello, quale il Basic, si riesca a ridurre drasticamente le difficoltà ed il tempo dedicato alla programmazione, però a discapito della completa conoscenza dell'architettura interna del PIC.
Elenchiamo pertanto le uniche due funzioni dedicate al controllo della Eeprom:

- *Eeprom_Write*, che ha il compito di memorizzare un valore in una specifica locazione.
- *Eeprom_Read*, che ha il compito di leggere un valore da una specifica locazione.

La prima è una **procedura**, perché esegue semplicemente una memorizzazione, senza ritorno di risultati, mentre la seconda è una **funzione**, in quanto *restituisce* un valore letto dalla memoria.
In figura 2 si può comprendere il flusso dei dati **da** e **verso** la memoria, in relazione alle istruzioni Basic utilizzate nel programma.

Figura 2 *Flusso dei dati secondo le istruzioni utilizzate*

Eeprom_Write

Approfondiamo adesso l'utilizzo di questa procedura. Essa si usa, come detto, per poter scrivere un byte in una qualsiasi locazione della Eeprom. La sua sintassi, ovvero la modalità di utilizzo, riportata dal manuale, è la seguente:

```
sub procedure Eeprom_Write(dim address as
byte, data as byte)
```

dove

- **sub procedure** indica che si tratta di una procedura.
- **eeprom_Write** è il nome della procedura vera e propria.
- **address** è il primo parametro della procedura, di tipo byte, che contiene l'indirizzo della cella nella quale si vuole memorizzare il dato.
- **data** è il secondo parametro della procedura, di tipo byte, che contiene il dato vero e proprio da memorizzare.

Da quanto detto si evincono due fatti importanti:

1. Dal momento che il primo parametro della procedura (address) è di tipo byte, si possono solamente indirizzare al massimo 256 celle di memoria, o locazioni. In ogni caso tale valore è più che accettabile poiché nel PIC16F84 esistono solamente 64 celle.
2. In ogni cella è possibile scrivere solamente un valore di tipo byte, in quanto il secondo parametro è proprio di questo tipo.

Con alcuni esempi vediamo adesso il funzionamento.

Network-enable

Esempio 1. Si vuol scrivere nella locazione numero 10 il valore 44 (ricordiamo che la memoria inizia dalla cella numero 0 e termina alla cella numero 63).
Si dovrà pertanto usare questa semplicissima riga di codice:

```
Eeprom_Write(10, 44)
```

Esempio 2. Si vuol scrivere nella locazione numero 27 il valore 123.

```
Eeprom_Write(27, 123)
```

Figura 3 Obiettivo della procedura Eeprom_Write

Figura 4 Obiettivo della funzione Eeprom_Read

Se si tenta di *immagazzinare* un valore superiore a 255, il compilatore non visualizza nessun tipo di messaggio di errore, ma sarà solo memorizzata la parte *meno significativa*, come scomposizione di una cifra in un sistema di numerazione a base 256.

Eeprom_Read

Questa funzione è la complementare della precedente, nel senso che esegue una opposta procedura, ossia quella di leggere un dato dalla memoria Eeprom. La sua sintassi di utilizzo è la seguente:

```
sub function Eeprom_Read(dim address as byte)
as byte
```

Dove:

- **sub function** indica che si tratta di una funzione.
- **Eeprom_Read** è il nome della funzione vera e propria.
- **address** è il parametro della funzione, di tipo byte, che contiene l'indirizzo della cella da cui si vuole leggere il dato.
- la funzione ritorna un valore di tipo byte (il valore letto).

Esempio 3. si vuole leggere il valore memorizzato nella cella numero 4 della Eeprom e memorizzarlo nella variabile *temperatura*. Si utilizzi pertanto la seguente codifica:

```
temperatura = Eeprom_Read(4)
```

Naturalmente occorre la dichiarazione preliminare della variabile in questione.

Scrittura e lettura

Queste due potenti funzioni, molto semplici da usare, si occupano pertanto della scrittura e della lettura dei dati sulla Eeprom del PIC. Inoltre, durante il loro funzionamento, sono assicurati i tempi minimi di attesa (20 ms.) necessari al microcontrollore per garantire le corrette operazioni di lettura/scrittura.
Per ultimo possiamo anche aggiungere che queste due procedure possono essere utilizzate proficuamente anche all'interno di un ciclo *for-next*, per automatizzare una serie di memorizzazioni e letture.
In figura 3 e 4 sono schematizzate le azioni della procedura *Eeprom_Write* e della funzione *Eeprom_Read*, paragonando la Eeprom ad una grande botte di legno e i dati al vino rosso.

Paragone con l'Assembler

Nella prima puntata si è definito il Basic come linguaggio ad *alto livello*; questo vuol dire che le varie funzioni ed istruzioni si avvicinano lessicalmente all'espressione umana.
Al contrario l'Assembler, definito linguaggio a basso livello, è *prossimo* al "ragionamento" dei processori.
Ebbene, solo a titolo di curiosità, vogliamo dare un'occhiata alla differenza tra la procedura **Eeprom_Write** del Basic e l'equivalente codifica in *Assembler* per compiere la medesima azione.
In **Basic** l'istruzione `Eeprom_Write(0, 238)` corrisponde alla seguente codifica in **Assembler**:

```
bcf     STATUS, RP0
movlw   0x00
movwf   EEADR
movlw   0xEE
movwf   EEDATA
bsf     STATUS, RP0
bcf     INTCON, GIE
```

```
bsf     EECON1, WREN
movlw   55h
movwf   EECON2
movlw   AAh
movwf   EECON2
bsf     EECON1, WR
bsf     INTCON, GIE
```

Come si nota, le differenze sono evidenti: una sola istruzione in Basic corrisponde a tante altre in Assembler, con conseguente risparmio di tempo per lo sviluppo dell'applicazione, questo vale anche per tutte le altre istruzioni, comandi e procedure.

LA EEPROM NEI VARI MODELLI

Esistono sul mercato centinaia di modelli di microcontrollori PIC, differenti per prestazioni, numero porte, velocità, prezzo e, naturalmente, capacità di memoria. Pertanto vi sono anche delle differenziazioni per quanto riguarda la memoria Eeprom e la sua ampiezza.
In tabella 2 riportiamo i modelli più noti con la corrispondente capacità di memoria.

Modello	Byte Eeprom
16F870	64
16F871	64
16F872	64
16F873	128
16F874	128
16F876	256
16F877	256
16F818	128
16F819	256
16F83	64
16F84	64

Tabella 2 *Capacità di memoria di alcuni modelli di PIC*

PRENDIAMO CONFIDENZA CON LA EEPROM

Ecco un esempio veramente semplice per prendere confidenza con le istruzioni che gestiscono la Eeprom. A tale scopo si appronti lo schema proposto in figura 5: si tratta di un utilizzo "nudo e crudo" del PIC senza alcuna utilizzazione delle porte di I/O.

Abbonati oggi!

www.farelettronica.com/abbonamento

fare elettronica

CULTURA ELETTRONICA APPLICATA

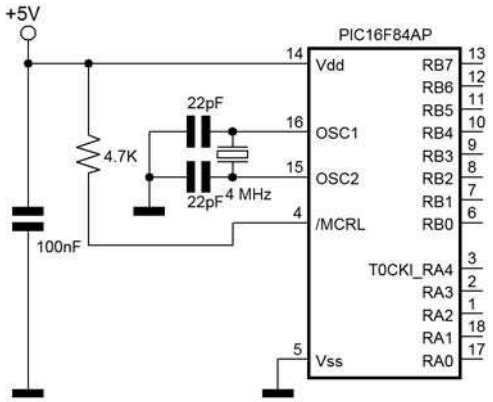


Figura 5 Primo schema applicativo

Il software

Nell'editor del Mikrobasic scriviamo il programma Basic proposto nel listato 1.

[Listato 1]

```
program Eeprom01
rem Questo programma memorizza un
rem insieme di caratteri nulla Eeprom
rem dopo la sua esecuzione

delay_ms(1000)
eeprom_write(0,76)
eeprom_write(1,101)
eeprom_write(2,103)
eeprom_write(3,103)
eeprom_write(4,101)
eeprom_write(5,116)
eeprom_write(6,101)
eeprom_write(7,32)
eeprom_write(8,70)
eeprom_write(9,97)
eeprom_write(10,114)
eeprom_write(11,101)
eeprom_write(12,32)
eeprom_write(13,69)
eeprom_write(14,108)
eeprom_write(15,101)
eeprom_write(16,116)
eeprom_write(17,116)
eeprom_write(18,114)
eeprom_write(19,111)
eeprom_write(20,110)
eeprom_write(21,105)
eeprom_write(22,99)
eeprom_write(23,97)
end.
```

Dopo la sua compilazione occorre, come al solito, scaricarlo sul PIC. Prima di dare alimentazione al circuito, si noti la situazione della mappa di memoria della Eeprom del PIC16F84 proposta in figura 6. Come si può vedere, la sezione dei dati di memoria è vuota ed è completamente inizializzata al valore esadecimale "FF".
Dopo aver dato tensione per almeno un secondo al PIC, apparentemente non accade nulla, perché le porte non sono state utilizzate, ma andando a "leggere" il contenuto del microcontrollore, si nota subito l'azione svolta dal programma: la zona di memoria Eeprom è stata modificata, come mostrato in figura 7.

Da notare

Le modifiche apportate alla memoria Eeprom sono permanenti, naturalmente sino a nuova programmazione. A questo punto è importantissimo

Figura 6 La mappa della Eeprom prima dell'esecuzione

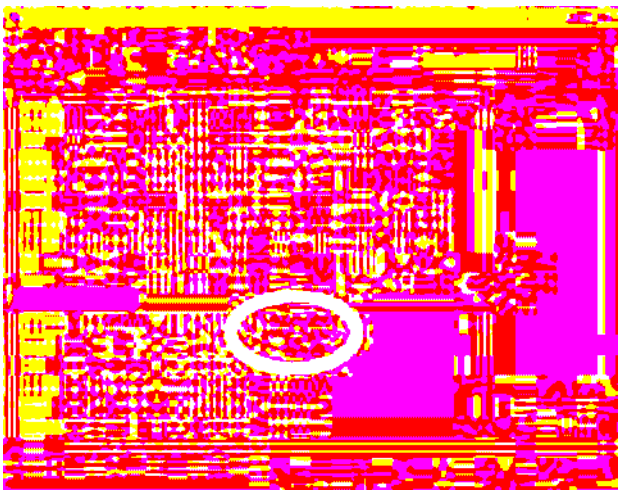


Figura 7 La mappa della Eeprom dopo l'esecuzione e lettura

sottolineare un aspetto fondamentale: per modificare e scrivere nell'**area programmi** del PIC (con capienza massima di H03FF byte, equivalente a 1024 locazioni di memoria, almeno per il modello 16F84) è necessario utilizzare un programmatore hardware, mentre per poter accedere e scrivere nella **memoria Eeprom** è sufficiente lo stesso programma basic.

Commentiamo il listato

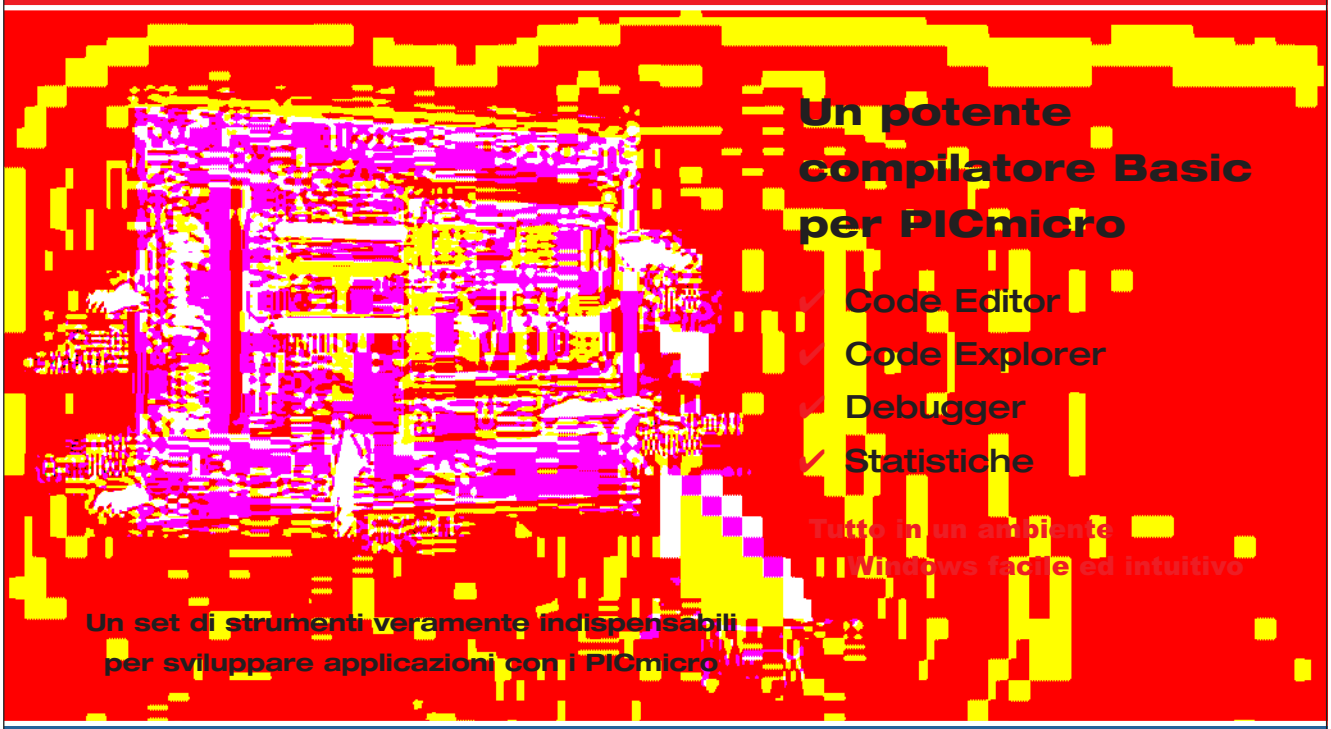
Il listato 1 è veramente semplice da scrivere e da comprendere. Dopo aver introdotto una pausa iniziale di un secondo, grazie all'istruzione *delay_ms(1000)*, avviene immediatamente il processo di memorizzazione dei caratteri, grazie ai 24 *statements* che eseguono la scrittura. I parametri della procedura **eeprom_write** sono due:

1. Il primo numero indica la locazione di memoria nella quale memorizzare il dato e, come si può notare, tale scrittura avviene "riempiendo" di caratteri le celle numerate dalla 0 alla 23, poiché la frase da salvare è formata da 24 caratteri.
2. Il secondo parametro indica il dato vero e proprio da memorizzare: in questo caso si è utilizzato direttamente il codice *Ascii* del carattere da scrivere, reperito attraverso il prezioso tool **Ascii Char** presente sul menù **Tools** del compilatore.

PRIMO PROGETTO: CONTA TRANSITO AUTOMOBILI

Bene, siamo pronti per iniziare la sperimentazione pratica sull'argomento. Cominciamo ad esaminare un reale esempio di applicazione che risulta utile nel monitoraggio stradale dei veicoli.
Si tratta di una centralina da piazzare lungo il ciglio di una strada, possibilmente a senso unico. La luce di un raggio laser, posto ad un lato della via, deve colpire permanentemente la superficie un sensore posizionato dall'altro lato. Naturalmente la presenza di luce testimonia il *non passaggio* di vetture; nel caso di transito di un veicolo, al contrario, il raggio sarà interrotto per un

Software Mikrobasic



Ordinalo subito su www.farelettronica.com oppure telefona allo 02.66504794

breve istante (dipendente della velocità e dalla lunghezza dello stesso) e l'evento verrà rilevato dal circuito che provvederà al conteggio. Dato che il prototipo viene utilizzato normalmente in zone dove manca totalmente l'alimentazione elettrica, il suo funzionamento è garantito da apposite batterie, naturalmente il circuito deve assicurare il "mantenimento" del conteggio in memoria.

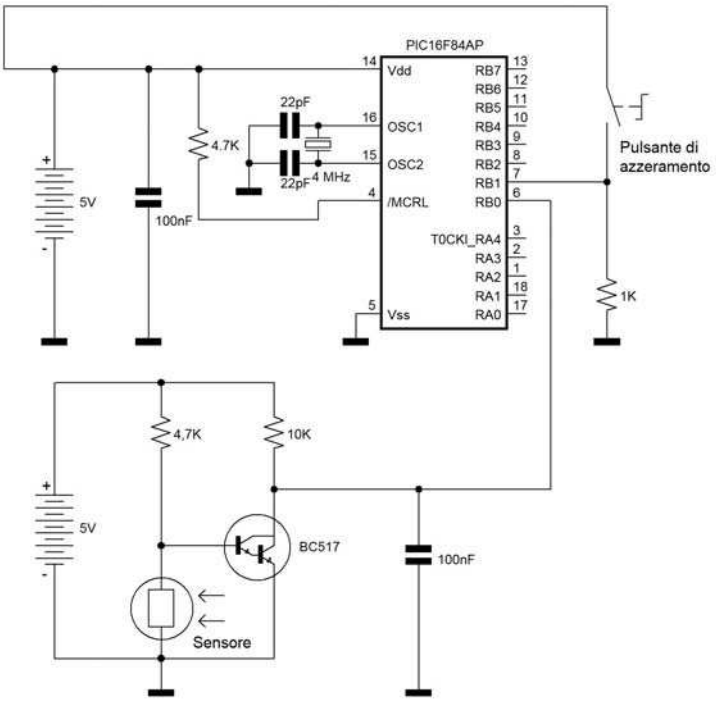


Figura 8 Schema elettrico del prototipo del Conta Transito

Quant'è veloce?

Dal momento che i dispositivi elettronici sono di gran lunga più veloci dei dispositivi meccanici, praticamente non esistono limiti per la rilevazione di automobili ad altissima velocità. Vediamo di applicare qualche piccolo concetto matematico per la valutazione e l'analisi dei tempi e degli intervalli.

Partiamo da una semplice domanda: durante il passaggio di un veicolo, e conseguente interruzione del raggio luminoso, quanto tempo dura l'inattività del sensore?

Naturalmente tale grandezza dipende da due parametri fondamentali che entrano in gioco: la *velocità* e la *lunghezza* del veicolo stesso. Il prototipo deve poter interpretare come unico transito un intera interruzione di luce, dall'inizio alla fine, e ciò si verifica chiaramente prima e dopo uno stato di illuminazione da parte del laser. Vediamo di calcolare quindi il tempo di tale interruzione con un esempio.

Supponiamo di rilevare un'automobile lunga 3 metri lanciata alla velocità di 90 Km/h. Occorre eseguire una proporzione: se 90 chilometri vengono percorsi in un ora, tre metri in quanto tempo saranno percorsi?

90 Km/h : 1 ora = 3 metri : x

Riduciamo le grandezze alle stesse unità di misura, specificando la lunghezza in **metri** ed il tempo in **secondi**:

90.000 mt : 3.600 sec = 3 mt : x

da cui

x = 3.600 x 3 : 90.000

x = 0,12 (secondi)

Pertanto, durante il passaggio dell'automobile davanti il sensore, il raggio sarà ostruito per 0,12 secondi (oppure 12 centesimi di secondo, che dir si voglia).

Il sensore

Il sensore utilizzato nello schema naturalmente è generalizzato. È possibile utilizzare qualsiasi tipo di trasduttore sensibile alla luce, purché sia capace di fornire in uscita la tensione di 5 Volt se illuminato dal laser e circa 0 Volt se non illuminato. Pertanto vari tipi di foto-diodi e foto-resistenze, collegate a circuiti adeguati, vanno senz'altro bene, anche se l'utilizzo del foto-diodo è fortemente consigliato, in quanto tale componente presenta una velocità di commutazione di gran lunga superiore a quella della foto-resistenza.

Schema elettrico

In figura 8 è riportato lo schema elettrico, si notano i due generatori di tensione a 5 Volt, che possono essere sostituiti da uno solo equivalente.

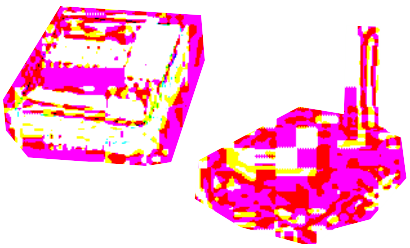
Il sensore di luce è formato dal transistor BC517, dalla foto-resistenza e dalle relative resistenze di polarizzazione. I valori tipici di questo componente (con variazione quasi lineare) vanno da circa 800 Kohm in assenza di luce a circa 200 ohm in piena illuminazione. Quando il sensore è investito dalla luce, la base del transistor BC517 (un darlington dal beta superiore a 30.000) è posta a massa dalla stessa foto-resistenza, si trova pertanto in stato di interdizione ed assicura quindi un potenziale di collettore di 5 Volt (livello Logico 1). Quando invece il raggio luminoso è interrotto dal

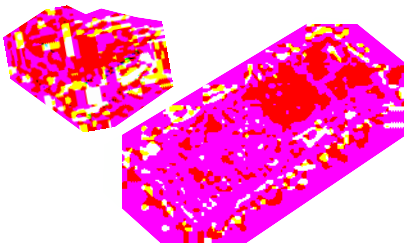
netwaves.it

SISTEMI PER LA COMUNICAZIONE DATI, PROGETTAZIONE ELETTRONICA E RICONOSCIMENTO VOCALE

DEVICE NETWORKING

Sistemi per la conversione da Seriale a Ethernet. Versioni su modulo per applicazioni embedded, su scheda open frame ideali per gli integratori, e versioni esterne boxate implementabili in qualsiasi apparecchiatura dotata di porta RS232. Diverse caratteristiche tecniche offerte da una gamma di prodotti completa ed efficace anche dal punto di vista economico. Soluzioni a partire da €19.



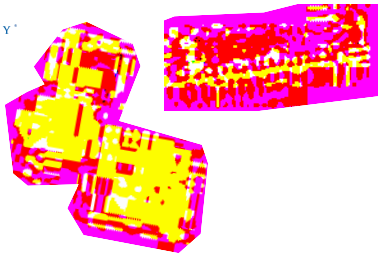


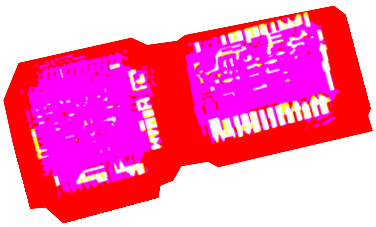
BLUETOOTH

Convertitori da seriale a Bluetooth. Versioni su modulo per applicazioni embedded con diverse soluzioni tecniche orientate all'ottenimento di un prodotto finale ottimizzato come dimensioni e prestazioni.
Disponibilità di dongle esterni collegabili direttamente alla porta RS232 delle apparecchiature o PLC per connessioni wireless "PLUG & PLAY", ideale per il machine to machine.

RICONOSCIMENTO E SINTESI VOCALE

Chip e sistemi per il riconoscimento e la sintesi vocale. Disponibili starter kit e sistemi di sviluppo ottimali per lo sviluppo di applicazioni con le nuove tecnologie a riconoscimento vocale senza grossi investimenti iniziali.



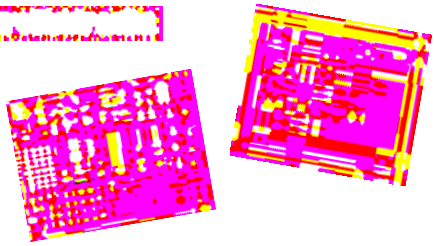


INTERFACCE USB E PCI

Circuiti integrati per l'implementazione di interfacce USB e PCI all'interno delle proprie schede. Disponibilità gratuita di tutto il supporto software (driver) necessario per la gestione della porta USB sotto i sistemi Windows.

SISTEMI DI SVILUPPO PER PICmicro

Evaluation board, programmatori, in circuit debuggers, compilatori C, Basic e Pascal. Tutti prodotti best seller sia per un impiego educational, hobbistico ma anche professionale.



CAE / CAD

PROTEUS, pacchetto software per la stesura degli schemi, simulazione e sbroglio dei circuiti. Suite completa ed efficiente, unica nel suo genere a fornire la simulazione del circuito in modalità mixed-mode con simulazione contemporanea del microcontrollore.

Codice MIP **247055**

Per informazioni: Tel. **+39 0266504794** / **+39 0266504755** - Fax **+39 0266508225** - Http://**www.netwaves.it** - Email: **info@netwaves.it**

passaggio di un veicolo, il valore della foto-resistenza sale a circa 800 Kohm, la base è polarizzata direttamente dalla resistenza di 47 Kohm, ed il transistor commuta in stato di saturazione, abbassando così il potenziale di collettore (verso massa) a 500 mV circa, generando quindi il livello logico 0. Assemblando il modulo del sensore, occorre inserire la foto-resistenza all'interno di un tubetto di plastica nero, per non correre il rischio di illuminarla con altre fonti di luce esterna. Infine il pulsante n/a collegato all'ingresso RB1 serve per azzerare il valore del conteggio, sia in Ram che in Eeprom del PIC.

Il programma

Anche in questo caso il software in Basic è molto semplice ed è riportato nel listato 2.
Dopo aver dichiarato la variabile *veic*, essa è immediatamente inizializzata al valore presente nella cella numero 0 della Eeprom. Questo perché il programma deve poter reperire il numero totale dei veicoli anche alle successive esecuzioni del software. Si passa pertanto alla consueta inizializzazione della PORT-B.
Il cuore del programma è racchiuso in un ciclo infinito *while-wend*. All'interno del quale spiccano due cicli che si ripetono al verificarsi di due condizioni, cioè:

- Il primo ciclo ripete la sua iterazione durante lo stato di illuminazione del sensore da parte del raggio laser pertanto è una sorta di ciclo di attesa.
- Il secondo ciclo invece ripete la sua iterazione durante lo stato di oscuramento, ossia durante il passaggio di un automobile ed è quindi un ciclo provvisorio.

Naturalmente tra i due episodi avviene l'incremento di una unità della variabile di conteggio e la conseguente memorizzazione definitiva nella Eeprom. Gli statements *delay_ms(10)* assicurano

[Listato 2]

```
program Eeprom02
rem  Questo programma costituisce
rem   un prototipo di Conta Transito
rem   e memorizza il conteggio su EEPROM

dim veic as byte              'Contiene numero veicoli
veic=eeprom_read(0)           'Legge contenuto dalla Eeprom
portb=0                       'Azzera PortB
trisb=%00000011               'Configura 2 ingressi e 6 uscite
while true                    'Ciclo infinito
  while portb.0=1             'Mentre laser COLPISCE sensore
    delay_ms(10)              'Pausa antirimbalzo
    if portb.1=1 then         'Se premo tasto AZZERA
      veic=0                  'Azzera variabile in RAM
      eeprom_write(0,veic)    'Azzera valore in Eeprom
    end if
  wend
  rem  Se l'esecuzione del programma arriva QUI
  rem   vuol dire che il raggio laser Èstato
  rem   interrotto e quindi il flusso del progr.
  rem   esce dal primo CICLO WHILE
  veic=veic+1                 'Incrementa numero veicoli
  eeprom_write(0,veic)        'Salva risultato in Eeprom
  while portb.0=0             'Aspetta che il veicolo passa
    delay_ms(10)              'Pausa antirimbalzo
  wend
wend
end.
```

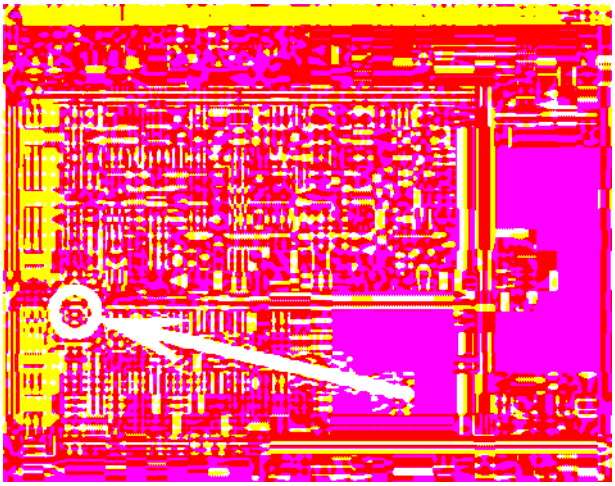


Figura 9 Verifica del conteggio Transito su Eeprom (in esadecimale)

una buona condizione di pausa antirimbalzo. Il listato 2 è abbastanza ricco di commenti, pertanto invitiamo a studiarlo con molta attenzione.

Collaudo ed utilizzo

Per il collaudo basta posizionare il sensore ed il raggio laser uno di fronte all'altro e simulare il passaggio dei veicoli interrompendo il raggio con la mano. Consigliamo di premere inizialmente il pulsante di azzeramento per assicurare il corretto valore iniziale del conteggio.
Si provi ora a simulare il passaggio di automobili, quindi staccate il PIC dal circuito ed effettuate la lettura della Eeprom. In corrispondenza della **prima cella di memoria** vedrete il valore raggiunto sino a quel momento. Riposizionate quindi il PIC sul circuito e simulate nuovamente il passaggio di altre automobili, stavolta **senza** azzerare il conteggio con il pulsante. Rileggendo il valore dalla Eeprom dovreste vedere il totale assoluto del conteggio sino a quel momento (figura 9). Solitamente i software di lettura Eeprom forniscono un valore in notazione **esadecimale**, pertanto

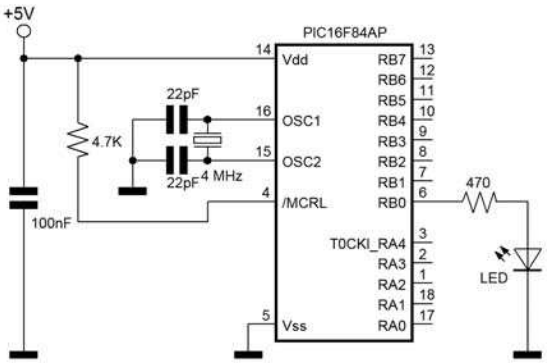


Figura 10 Schema elettrico di un lampeggiatore

convertitelo in decimale.
Il prototipo può trovare un utile impiego come conta-pezzi oppure come conta-persone.

Limitazioni

Purtroppo, alla versione attuale del compilatore (2.0), le due istruzioni studiate permettono solamente la gestione di dati di tipo *byte*, quindi da 0 a 255 decimale. Questa è una grossa limitazione poiché, almeno per l'esempio proposto, il numero delle automobili di passaggio supera facilmente tale limite. Per il momento una soluzione è quella di creare un sistema di numerazione composto da due byte (ognuno dei quali risiede in una cella diversa) e trattarli come cifre di un sistema di numerazione a base 256 (byte più e meno significativo).

SECONDO PROGETTO: APPLICAZIONE A TEMPO

Un altro valido esempio di utilizzo è quello di un'applicazione demo. In tali prototipi il sistema funziona perfettamente svolgendo egregiamente i propri compiti, ma…. dopo 30 esecuzioni (per esempio) va in tilt e cessa di funzionare.

Qual'è il trucco?

La nostra applicazione (di qualsiasi tipo) funziona dunque a dovere. Ma ad ogni suo avvio, in maniera del tutto trasparente e nascosta, memorizza in una cella della Eeprom un valore sequenziale (1, 2, 3, ecc) in modo che, arrivato al valore limite prefissato, il software si blocca e non potrà più svolgere le sue normali mansioni. Vediamo i passi basilari da seguire:

1. Solo per la **prima volta**, occorre azzerare la cella della Eeprom nella quale sarà contenuto il contatore.
2. Nella parte iniziale del programma eseguire la lettura da tale cella.
3. Eseguire pertanto l'incremento di uno di questo valore.
4. Memorizzare in Eeprom il valore ottenuto.
5. Se il valore arriva al valore limite previsto (esempio 30) il programma deve entrare in un ciclo infinito.

Il programma

Riferiamoci come esempio ad uno dei primi programmi scritti durante il corso, cioè ad un sempli-

ce lampeggiatore. Il programma (senza protezione demo) è contenuto nel listato 3. Esso funziona regolarmente ad ogni esecuzione e determina il lampeggio di mezzo secondo del diodo led collegato sulla porta RB0. In figura 10 riportiamo lo schema elettrico.
Nel listato 4 riportiamo invece il programma che

[Listato 3]

```
program lampeggio
rem Prototipo che funziona SEMPRE
trisb.0=0            'RB0 come uscita
while true           'Ciclo infinito
  portb.0=1          'Accende LED
  Delay_ms(250)      'Wait 1 sec
  portb.0=0          'Spegne LED
  Delay_ms(250)      'Wait 1 sec
wend
end.
```

esegue lo stesso lavoro del precedente ma che limita il suo funzionamento a soli 30 avvii o applicazioni, poi non funziona più.
Si noti all'inizio del listato la parte relativa al controllo del conteggio raggiunto in Eeprom. Il ciclo infinito di blocco viene eseguito solamente se il conteggio arriva al valore limite.
Occorre prestare molta cura alla programmazione iniziale del software, stando bene attenti ad *azzerare manualmente*, attraverso il programmatore, la locazione della Eeprom nella quale risiede il byte di conteggio.
Per permettere nuovamente il funzionamento per altre 30 volte occorre semplicemente riazzerare manualmente il byte numero 0 della Eeprom.
Per il collaudo del prototipo montate il microcontrollore sul suo zoccolo e date tensione una prima, una seconda, una terza volta e così via. Tutto funzionerà a meraviglia.
Ma la trentesima esecuzione sarà l'ultima, dopo di che il PIC si rifiuterà di operare e il circuito sembrerà rotto o danneggiato.

CONCLUSIONI

Nelle prossime puntate impareremo a memorizzare svariate informazioni in più celle di memoria, in maniera permanente ma soprattutto vedremo come salvare i dati provenienti da dispositivi analogici, quali sensori di luce, di temperatura, di suono e cosi via, al fine di monitorare successivamente i dati acquisiti per una idonea e utile elaborazione statistica.
Buona memorizzazione a tutti!

Codice MIP 247046

[Listato 4]

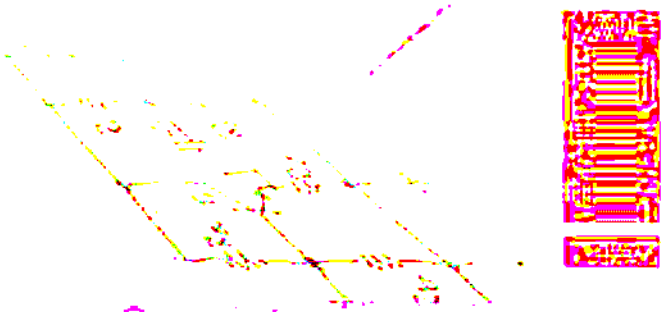
```
program lampeggio
rem Prototipo che funziona solo per 30 ESECUZIONI
rem '-------- Controllo conteggio ----
dim conta as byte
delay_ms(100)            'Pausa antirimblazdo di accensione
conta=eeprom_read(0)     'Legge la Eeprom
if conta<30 then         'È giunta al limite?
  conta=conta+1          'se NO incrementa
  eeprom_write(0,conta)  'e memorizza
else
  while true             'altrimenti si blocca
  wend                   'in un ciclo INFINITO
end if                   'senza USCITA
rem '--------------------------------
trisb.0=0                'RB0 come uscita
while true               'Ciclo infinito
  portb.0=1              'Accende LED
  Delay_ms(250)          'Wait 1 sec
  portb.0=0              'Spegne LED
  Delay_ms(250)          'Wait 1 sec
wend
end.
```

GRANDI PRESTAZIONI

La Microchip garantisce alcuni parametri veramente interessanti, per quanto riguarda l'utilizzo dei propri microcontrollori nel tempo. La memoria **Flash** del PIC (in pratica dove risiede il software in linguaggio macchina) può essere riprogrammata sino a 1.000 volte senza problemi. Ancora più robusta è la **Eeprom**, che può essere riscritta e azzerata sino a 10.000.000 di volte. Tutti i dati infine hanno una garanzia di *prolungato stazionamento*, infatti essi possono rimanere immagazzinati all'interno del chip (anche senza alimentazione elettrica) sino ad un periodo di 40 anni!

In Edicola sino a fine Gennaio

100 Idee di progetto per 1.000 applicazioni



Una raccolta di soluzioni circuitali pronte all'uso che non può mancare nel vostro laboratorio.

Da non Perdere!

Contiene cartolina per abbonarsi a Fare Elettronica a condizioni vantaggiose

Rubrica di appuntamenti, manifestazioni ed eventi nel mondo dell'elettronica

Gli appuntamenti di GENNAIO 2006

08 GENNAIO 2006 ELETTRONICA EXPO DAY

Una manifestazione dedicata all'informatica ed al mondo del computer. Tanta tecnologia alla portata di tutte le tasche: telefonia, antenne e decoder per la tv digitale, lettori dvd, hi-fi, videoproiettori, videogiochi; articoli, ricambi, gadget e curiosità elettriche, elettroniche e digitali. Una mostra mercato in cui sarà possibile trovare buone occasioni sia nel "nuovo" sia tra i "surplus", giacenze o usato perfettamente funzionante. Si potranno trovare anche apparecchi per radioamatori, radio d'epoca, militari, surplus, valvole, ricambi e riviste.

Informazioni utili:
Centro Fieristico "Dolci Terre di Novi"
NOVI LIGURE (AL)
Organizzazione Expofiere
www.expofiere.com - Tel 0532.832853
Orario dalle 9:00 alle 18:30
€ 6,00 (ragazzi fino a 13 anni € 2,00)
Principali espositori*:
Sandit srl www.sanditlibri.it
Nuova prosol www.prosol.it
My Computer www.mycomputer.it

Codice MIP 247301

14-15 GENNAIO 2006 FIERA DELL'ELETTRONICA E DEL RADIOAMATORE

Nata come la festa del computer nel 2003 ha riscontrato subito un enorme successo tra il pubblico permettendoci di ospitare oltre 10.000 visitatori già nella prima edizione. Nell'arco dei due giorni è possibile osservare, confrontare, ed acquistare singoli componenti, periferiche, software e personal computer, apparati radio e componentistica radioamatoriale, home entertainment (tv-sat, dvd, antenne), telefonia fissa e mobile, editoria specializzata, fai-da-te elettronico, attrezzature e strumentazioni varie. I prezzi, molto competitivi sono il vero punto di forza di questa manifestazioni, che in passato ha avuto modo di accogliere ben 18.000 visitatori.

Informazioni utili:
AreaExp - CEREA (VR)
Organizzazione Compendio Fiere
www.compendiofiere.it - Tel. 0572.490868
Orario dalle 9:00 alle 18:00
€ 6,00 (ridotto € 4,00)
Principali espositori*:
Sandit srl www.sanditlibri.it
Somiwo www.somiwo.com
Parsic www.parsicitalia.it

Codice MIP 247302

21-22 GENNAIO 2006 EXPO ELETTRONICA MODENA

Ogni anno Expo Elettronica alla Fiera di Modena "apre" il calendario delle fiere di elettronica e radiantismo. L'appuntamento modenese si preannuncia ricco di espositori e prodotti, come sempre tantissimi e di vario impiego: computer, software, periferiche, telefonia fissa e mobile, video game, home entertainment, ricezione satellitare, piccoli elettrodomestici, accessori, ricambi e strumentazioni varie. Altrettanto assortito il settore del "fai da te" con kit per auto costruzione, surplus, schede, circuiti, e ricetrasmittenti OM, CB, componenti per l'utilizzo radioamatoriale.

Parallelamente a Expo Elettronica si svolgono Colleziosa, mostra mercato dedicata al collezionismo in genere e Photo Cine Video per gli appassionati di macchine fotografiche e accessori nuovi, usati e da collezione. Oltre 400 gli espositori iscritti.

Sei l'organizzatore di una manifestazione del settore?
Registrala all'indirizzo **www.farelettronica.com/fiere**
e sarà pubblicata gratuitamente in questo spazio!

Informazioni utili:
Modena Fiere - MODENA
Organizzazione Blu Nautilus
www.blunautilus.it - Tel. 0541-53294
Orario dalle 9:00 alle 18:00
€ 8,00 (ridotto € 7,00)
Principali espositori*:
Sandit srl www.sanditlibri.it
R.P.G.elettronica www.rpgelettronica.it
Nuova prosol www.prosol.it

Codice MIP 247303

28-29 GENNAIO 2006
33° RADIANT AND SILICON

La Mostra RADIANT è nata nel 1991, diventando presto la più importante Mostra Mercato nazionale in questo campo. A livello espositivo sono centinaia gli operatori che si avvicendano negli stand di Novegro, costituendo un punto di grande attrazione per migliaia di appassionati, provenienti da tutto il Paese e anche dall'estero. In un'animata carrellata tra passato e futuro, la Rassegna si configura in tre settori: MOSTRA-MERCATO (apparati e componenti per telecomunicazioni, Internet e ricetrasmissioni di terra e satellitari, antenne, elettronica, informatica, telefonia statica e cellulare, hobbistica ed editoria), BORSA-SCAMBIO (surplus radioamatoriale, informatico ed elettronico) e RADIOANTIQUARIATO (radio d'epoca, grammofoni, valvole, ricambi, dischi in vinile, schemari ed editoria specializzata). Attualmente RADIANT, che si sviluppa su una superficie espositiva superiore ai 10.000 mq. coperti, con più di 180 espositori per edizione ed oltre 40.000 visitatori annui, è considerata la più importante Mostra-Mercato nazionale del suo settore.

Informazioni utili:
Parco Esposizioni Novegro - LINATE (MI)
Organizzazione COMIS Lombardia
www.parcoesposizioninovegro.it
Tel. 02.466916
Orario dalle 9:00 alle 18:00
Principali espositori*:
Fare Elettronica www.farelettronica.com
Sandit srl www.sanditlibri.it
R.P.G.elettronica www.rpgelettronica.it

Codice MIP 247304

04-05 FEBBRAIO 2006
EXPO ELETTRONICA RIMINI

Expo Elettronica è la mostra mercato dedicata all'elettronica e punto d'incontro fra "antiquariato tecnologico" e applicazioni "futuribili": una miriade di oggetti e applicazioni ormai indispensabili come computer, software, periferiche, home theater, telefonia fissa e mobile, accessori, ricambi, curiosità elettroniche e digitali. Parallelamente alla fiera: *RiminiLug* organizza una serie di dimostrazioni e mini conferenze sul software libero e Linux, ARI di Rimini organizza Radio Expo la mostra mercato del radioamatore.

Informazioni utili:
Palacongressi Riviera di RIMINI
Organizzazione Blu Nautilus
www.blunautilus.it - Tel. 0541-53294
Orario dalle 9:00 alle 18:00
€ 7,00 (ridotto € 6,00)
Principali espositori*:
Sandit srl www.sanditlibri.it
R.P.G.elettronica www.rpgelettronica.it
Nuova prosol www.prosol.it

Codice MIP 247305

** Se vuoi comparire gratuitamente in questo elenco, registrati all'indirizzo www.farelettronica.com/fiere*

Prima parte
n° 247 - Gennaio 2006
Descrizione dell'hardware

Seconda parte
n° 248 - Febbraio 2006
Descrizione del firmware

Ripetitore di telecomandi IR con autoapprendimento

Il circuito presentato in questo articolo è in grado di apprendere i codici dei telecomandi ad infrarossi, e di ripeterli in modalità interattiva, tramite pulsanti, oppure in modalità automatica, interfacciando il sistema con un PLC. In questa prima parte affronteremo la costruzione della scheda ed analizzeremo lo schema elettrico.

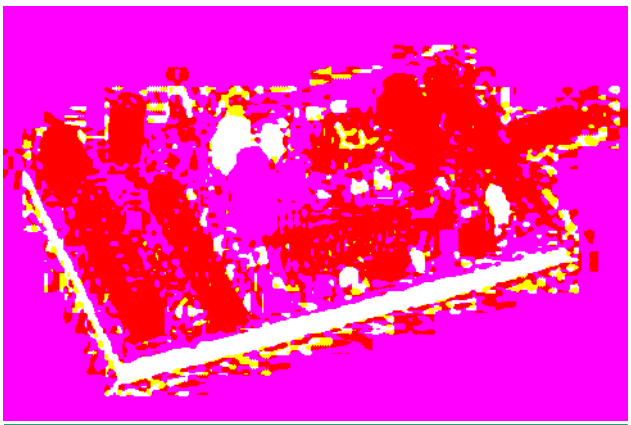


Figura 1 *Foto di un prototipo del ripetitore di telecomandi*

La scheda nasce essenzialmente come un ripetitore di telecomandi ad infrarossi e costruendola si imparerà qualcosa di più di come funzionano le loro codifiche. Se si possiede e si sa programmare un PLC e si è attrezzata la propria casa con automatismi ad esso collegati, la scheda può essere utilizzata proficuamente per applicazioni di domotica, per estendere le potenzialità dell'impianto esistente. Apparecchi diversi, purché dotati di telecomando, possono essere pilotati con un'unica scheda, sfruttando la centralina PLC già esistente in casa, senza interventi interni sugli apparecchi stessi, con una soluzione semplice, economica, rapida e versatile. L'alternativa sarebbe infatti quella di studiare una modifica per ciascun apparecchio, analizzando i segnali elettrici interni del quadro di comando. Anche se non ci si interessa di domotica, o non si possiede un PLC, il circuito può comunque essere utilizzato come un telecomando universale, e al posto del PLC si possono connettere altri sistemi di controllo, come un PC o un microcontrollore, purché corredati da un circuito in grado di eccitare i led dei fotoaccoppiatori presenti sulla scheda.

DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema (vedi figura 2) è composto da:

- **La scheda elettronica principale**. Va alimentata con una tensione continua compresa tra 9V e 30V (alimentazione tipica: la stessa del pro-

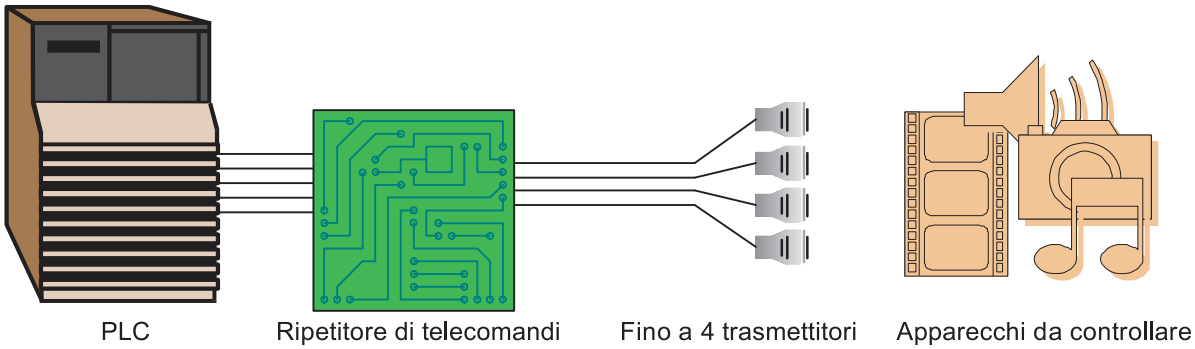


Figura 2 *Il sistema completo*

Descrizione dell'hardware

di Paolo Sancono

prio PLC 12V o 24V), tramite il morsetto a vite a due posti di colore azzurro.

- **Trasmettitori a Led infrarossi**. Devono essere posizionati in maniera tale da illuminare il ricevitore dell'apparecchio da comandare. I trasmettitori sono montati su comuni jack mono da 3,5 mm, e possono essere posizionati a contatto, o anche a distanza dall'apparecchio ricevente, se non c'è il rischio che durante l'uso possano frapporsi ostacoli mobili.
- **Cavi di collegamento schermati** (*opzionali*). Servono a portare i trasmettitori lontano dalla scheda principale: sono utili se gli apparecchi da comandare sono in stanze diverse, altrimenti i trasmettitori si possono inserire direttamente sulla scheda principale, che possiede 4 connettori per altrettanti trasmettitori.
- **Un PLC** (*opzionale*) per il controllo automatico. Da 1 a 5 uscite digitali del PLC servono per comandare il circuito, a seconda di quanti codici differenti (da 1 a 16) sono necessari per la propria applicazione. Il PLC si collega ai morsetti a vite di colore nero.

SCHEMA ELETTRICO

In figura 3 è riportato lo schema elettrico della scheda principale. Al morsetto a vite X1, a due posti, si collega una sorgente di alimentazione in continua, compresa tra 8V e 30V. Tale tensione continua viene stabilizzata sul valore di 5V da IC1. I condensatori di contorno servono a livellare ulteriormente la tensione, e vengono posizionati strategicamente sul circuito sbrogliato (vicino agli integrati e ai transistor) per far fronte agli assorbimenti di corrente impulsivi, garantendo il mantenimento del riferimento di massa su tutto il circuito. Ciascuna uscita digitale del PLC viene collegata in modo da alimentare il Led di un fotoaccoppiatore, così da garantire l'isolamento di sicurezza tra il PLC e il circuito. Il valore scelto per la resistenza limitatrice per il Led dei fotoaccoppiatori consente di alimentarli tanto a 12V che a 24V.

L'intero circuito è costruito attorno ad un PIC16F876A, un microcontrollore della Microchip in package a 28 pin. Il pin 1 viene tenuto fisso alto, poiché è un segnale di reset attivo basso per il PIC. Alla porta A del PIC (pin 2-6) vengono collegati i transistor dei fotoaccoppiatori, ciascuno con la sua resistenza di pull-up (R18-22). Quando il Led del focoaccoppiatore è illuminato, il transistor conduce e l'ingresso del PIC si porta basso. Normalmente è tenuto alto dalla resistenza di pull-up. Ai pin 9 e 10 è collegato un cristallo di quarzo, con relativi condensatori stabilizzatori di frequenza, per garantire le temporizzazioni precise richieste per una riproduzione fedele dei codici dei telecomandi memorizzati. Alla porta C del PIC (pin 11-15) è collegato il display 7 segmenti con punto decimale, con relative resistenze limitatrici di corrente R2-R8. Similmente sono collegati i due Led di segnalazione, ai pin 23 e 24. I 4 pulsanti di comando sono collegati al PIC senza bisogno di resistenze di pull-up, poiché queste sono disponibili, per la porta B, internamente al microcontrollore, attivabili su richiesta da firmware. Non è presente un circuito di *debouncing*, poiché è il firmware stesso ad effettuare il *debounce* dei pulsanti. I pulsanti sono stati collegati ai 4 bit alti della porta B, poiché per questi 4 bit è disponibile sul PIC una sorgente di interrupt sulla variazione di stato di uno qualunque di essi, che può essere sfruttata dal firmware.

Se il PIC è il cervello del circuito, il suo cuore è IC3, un integrato sofisticato che contiene all'interno un fototransistor, un amplificatore con controllo di guadagno automatico (in modo da non lasciarsi accecare da un telecomando molto vicino ma essere sensibile ugualmente ad uno lontano) e un demodulatore per il segnale dei telecomandi, che è codificato in *on-off keying* su una portante compresa tra 36kHz e 40kHz (vedi

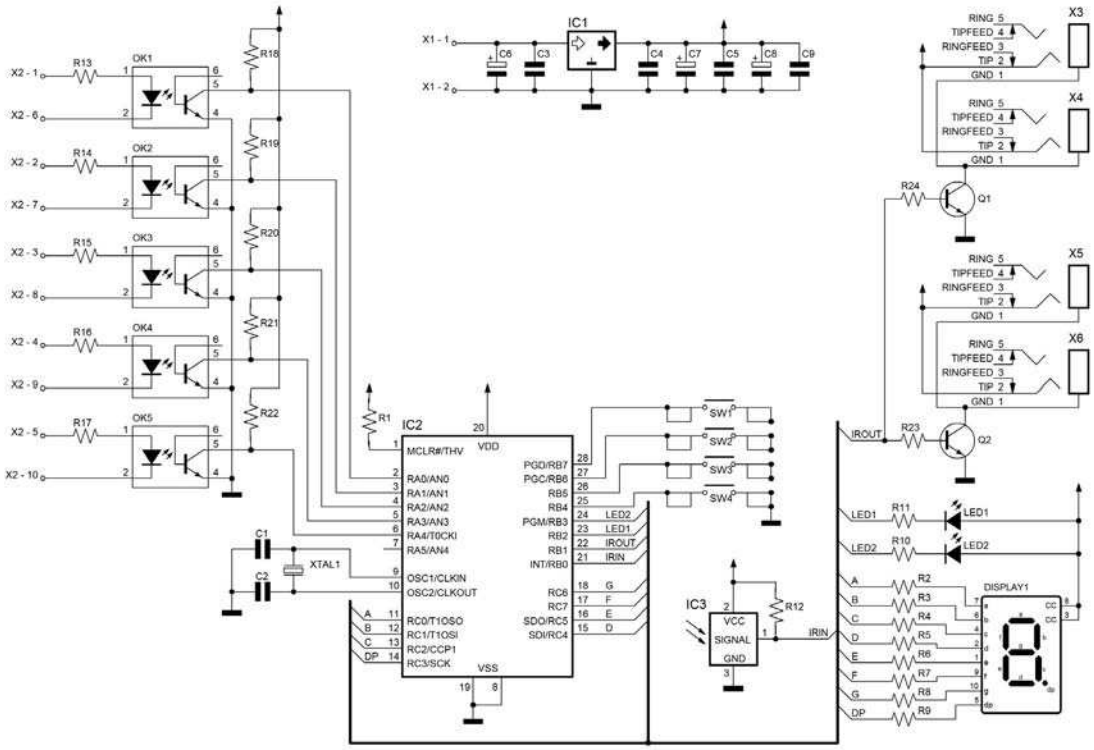


Figura 3 Schema elettrico della scheda principale

Elenco componenti per ciascun trasmettitore	
R	47 Ω 1/4 W
LED	Led trasmittente infrarosso
X	Connettore maschio mono 3,5mm volante

riquadro di approfondimento). IC3 è accordato in frequenza coi telecomandi, quindi è insensibile a luce infrarossa non modulata, e fornisce il segnale già demodulato sul piedino di uscita, che essendo del tipo a collettore aperto ha bisogno della resistenza di pull-up R12. Con questo tipo

Elenco componenti scheda principale			
R1	4,7 KΩ 1/4 W	LED2	5 mm, Colore Verde
R2-R11	270 Ω 1/4 W	DISPLAY1	Display 7seg.+dp, anodo comune, tipo HD-H101
R12	4,7 KΩ 1/4 W	SW1, SW2	Pulsante n.a. da c.s. colore blu
R13-R17	1,8 KΩ 1/4 W	SW3	Pulsante n.a. da c.s. colore verde
R18-R24	10 KΩ 1/4 W	SW4	Pulsante n.a. da c.s. colore rosso
C1, C2	15 pF 16 V ceramico	IC1	Regolatore di tensione 7805
C3, C4, C5	0,1 µF 16V poliestere	IC2	Microcontrollore PIC16F876A
C6	470 µF 50 V elettrolitico	IC3	SFH 506-38 o simili
C7, C8	47 µF 16 V elettrolitico	X1	Morsetto a vite 2 posti, colore azzurro
C9	0,1 µF 16 V poliestere	X2	Morsetto a vite 10 posti, colore nero
Q1, Q2	Transistor npn BC211A o 2N1613 o equivalenti	X3-X6	Connettore stereo femmina 3,5mm da c.s.
OK1-OK5	Fotoaccoppiatore 4N35	XTAL1	Cristallo di quarzo 4 Mhz
LED1	5 mm, Colore Rosso		

Expo Elettronica

MODENA

21 - 22 gennaio 2006

ore 9/18

Modena Fiere

Via Virgilio 70/90

Codice MIP 247065

di collegamento il PIC riceverà 1 in assenza si segnale, e 0 in sua presenza.
Se non trovate l'integrato con la sigla indicata (vedi elenco componenti), chiedete semplicemente al vostro negoziante di fiducia "l'integrato utilizzato nei televisori per ricevere i segnali del telecomando": differenti produttori infatti utilizzano sigle differenti per lo stesso chip, che riconoscerete essere quello corretto dall'aspetto caratteristico di parallelepipedo con un semicilindro sporgente. L'integrato è tutto di colore nero, ed è visibile in basso a destra nella foto del prototipo (figura 1). Se non trovate il modello a 38kHz, potete usare anche il modello a 40kHz o 36kHz, riconoscibile dalle ultime 2 cifre del numero stampigliato sopra.
I codici appresi vengono ripetuti dal PIC sul pin 22, collegato tramite una resistenza di polarizzazione alle basi dei transistor Q1 e Q2 che alimentano i led trasmittenti collegati ai jack mono 3,5 mm. Non c'è nel circuito un modulatore hardware poiché il PIC stesso si incarica di modulare in frequenza i segnali, generando i caratteristici treni di impulsi stretti sul pin 22.
C'è da osservare che i telecomandi di apparecchi differenti utilizzano frequenze differenti, compre-

LA MODULAZIONE DI UN SEGNALE IN ON-OFF KEYING

Una definizione possibile, intuitiva, di modulazione è quel processo che consente di trasmettere una forma d'onda in bassa frequenza (chiamata segnale in banda base) "agganciandola" ad una di frequenza più elevata (chiamata portante). La demodulazione è il processo inverso, che consente di risalire, dal segnale modulato, al segnale originale. Una delle tecniche più semplici per modulare un segnale digitale (costituito, cioè da due soli livelli, 0 e 1) è l'*on-off keying*: per trasmettere "1" si trasmette la portante, per trasmettere "0" non si trasmette nulla.
I telecomandi a infrarossi utilizzano una portante di frequenza compresa tra 36kHz e 40kHz, e codici associati ai tasti le cui transizioni sono intervallate da tempi dell'ordine del millisecondo. Ogni codice presenta una cinquantina di queste transizioni, per una durata complessiva di 10-100 ms. Il codice di un tasto si differenzia da quello di un altro per la durata e la disposizione di queste transizioni. Esistono molte codifiche differenti, che si riconducono però tutte a questo schema di base.
Esistono due vantaggi principali nel modulare il segnale su una portante, rispetto alla semplice accensione/spegnimento del Led trasmittente infrarosso con il segnale in banda base:

1. Il ricevitore può essere reso insensibile ad altra luce infrarossa presente nell'ambiente, poiché può essere costruito in modo da accordarsi sulla frequenza della portante e ignorare segnali ad altre frequenze o fissi, a (luce ambiente). Inoltre il ricevitore può adattare automaticamente la propria sensibilità, con una regolazione automatica di guadagno, e riconoscere un segnale debole di intensità, ma di frequenza giusta, separandolo da uno più intenso ma di frequenza differente, o dalla luce ambiente (segnale a frequenza 0).
2. Il led trasmittente non rimane acceso per intervalli di tempo prolungati, e può essere pilotato ad una corrente superiore a quella nominale, per impulsi di durata molto breve: tra un impulso e il successivo, la giunzione ha il tempo di raffreddarsi e non fonde, come avverrebbe utilizzando tali correnti per periodi prolungati. I telecomandi, e il nostro circuito, utilizzano quindi treni di impulsi stretti, anziché onde quadre con duty-cycle 50%, così da ottenere intensità luminose, e quindi portate, superiori.

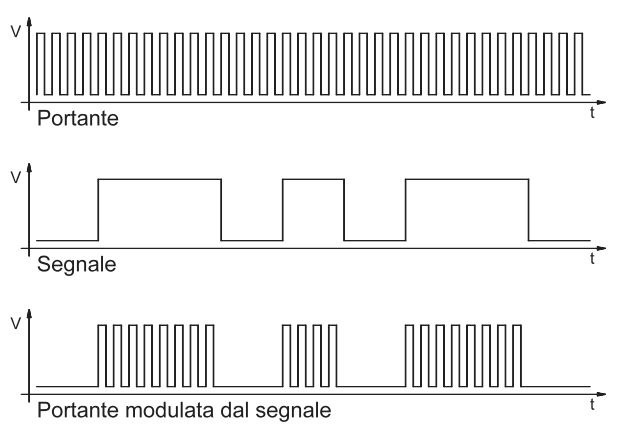


Figura 8 Portante a 38kHz, segnale del codice del tasto in banda base e portante modulata

se tra 36kHz e 40kHz. Il circuito utilizza l'integrato alla frequenza fissa di 38kHz, che essendo intermedia riesce a funzionare con tutti, anche se con una portata ridotta se la frequenza di lavoro del telecomando originale è molto differente da quella dell'integrato: i costruttori, infatti, per rendere i telecomandi e i ricevitori economici (senza cristallo di quarzo), e funzionanti anche a pile quasi scariche, si accontentano di ampi margini di tolleranza sulla frequenza della portante.

REALIZZAZIONE CIRCUITO

Realizzare la basetta, partendo dal master in Figura 5, con il proprio procedimento di incisione preferito. La basetta è monofaccia, ma sul lato componenti occorre realizzare i 7 ponticelli indicati in figura 6. I cerchi vuoti, in tale figura, indicano posizioni opportune (senza

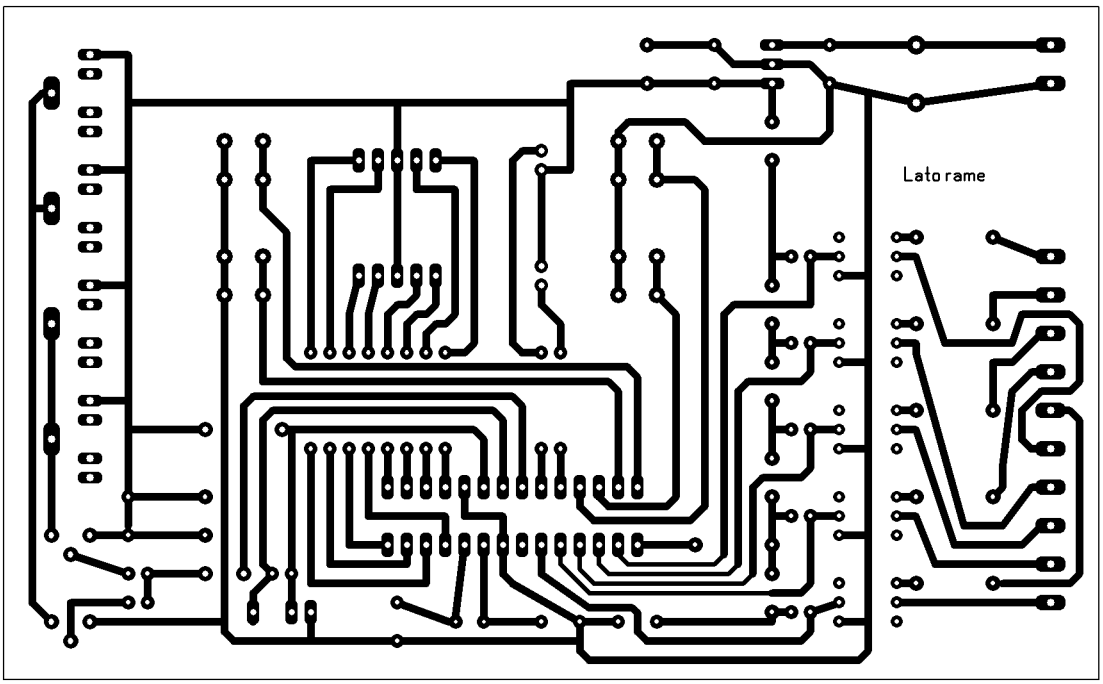


Figura 5 *Circuito stampato (lato rame)*

Figura 6 *Circuito stampato (lato componenti)*

piste dall'altro lato) per eventuali fori di fissaggio di diametro 3mm. Procedere alla saldatura dei componenti partendo da quelli a profilo più basso (resistenze, ponticelli, zoccoli per integrato e fotoaccoppiatori), proseguendo man mano con i componenti di dimensioni intermedie (connettori jack 3,5 mm, quarzo, condensatori, integrati IC1 e IC3) per finire con i componenti più voluminosi (condensatori elettrolitici, morsetti a vite, pulsanti). I pulsanti e i led di segnalazione possono essere ovviamente di qualunque colore, ma si raccomanda di seguire i suggerimenti dati nell'elenco componenti, poiché si farà riferimento a tali colori nel resto dell'articolo. Prestare attenzione ai componenti polari, quali condensatori elettrolitici e led, osservando il segno "+" per gli elettrolitici e lo smusso dal lato del catodo per i Led. Notare pure che alcune resistenze vanno montate in verticale, ripiegando uno dei due reofori di 180°. Il display, del tipo ad anodo comune, può essere saldato direttamente sulla scheda, oppure si possono utilizzare strip di contatti, rendendone più agevole l'eventuale sostituzione. Costruire inoltre il numero desiderato di trasmettitori infrarossi (fino a 4), e di cavi di prolunga, seguendo le indicazioni nel riquadro.
Programmare il PIC con il firmware scaricabile dal sito di Fare Elettronica con il proprio programmatore e inserirlo sul circuito, assieme agli altri componenti. Prima di alimentare il circuito verificare attentamente tutte le saldature e le piste a caccia di eventuali corto circuiti o saldature fatte male e proseguire quindi la lettura dell'articolo per una guida passo-passo al suo primo utilizzo.

UTILIZZO PRATICO DEL CIRCUITO

Prima di cominciare

Oltre alla scheda principale ed almeno un trasmettitore a infrarossi, per testare il circuito occorre anche:

- Un apparecchio ricevente (consigliato, per le prime prove, un televisore o un videoregistratore).
- Il telecomando dell'apparecchio.
- Una sorgente di alimentazione a 12V oppure a 24V, per esempio una batteria al piombo a 12V, oppure un alimentatore DC da laboratorio, in grado di erogare 150 mA.

Alimentare la scheda

Collegare una alimentazione in continua, di valore qualsiasi da 8V a 30V, ai due morsetti a vite celesti.
Rispettare la polarità, poiché non è prevista nessuna protezione da inversione di polarità. La scheda è pensata per restare alimentata 24h su 24h, quindi collegare l'alimentazione e

COME REALIZZARE I TRASMETTITORI E I CAVI DI PROLUNGA

I trasmettitori vengono realizzati saldando direttamente su un **jack mono maschio da 3.5 mm**, con copertura plastica, un **led trasmittente all'infrarosso** di qualunque tipo, meglio se appositamente costruito per lavorare con i telecomandi Tv, e una **resistenza** limitatrice da **47Ω 1/4 W**. Per ottenere un montaggio più ordinato, tagliare i terminali di Led e resistenza, e la copertura plastica del jack, nella lunghezza opportuna, e aiutarsi con una "terza mano". Saldare prima l'anodo del led con un reoforo della resistenza, quindi saldare il catodo del led allo shield del connettore e l'altro reoforo della resistenza al tip. In figura le connessioni sono visualizzate per chiarezza sul connettore esterno, ovviamente le saldature vanno effettuate dal lato interno, lasciando poi sporgere dalla protezione plastica il solo diodo led, mantenendo la resistenza all'interno del corpo del connettore. Il risultato finale è visibile nel trasmettitore innestato nella scheda principale in Figura 1.
I *cavi di prolunga* sono costituiti da semplice cavo schermato monofonico per applicazioni audio. Ad una estremità del cavo si salderà un connettore femmina, all'altra estremità un connettore maschio, entrambi mono 3,5 mm.

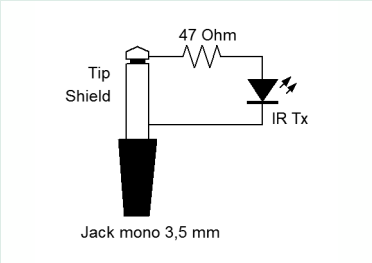


Figura 4 Schema elettrico trasmettitori

Codice MIP 2470999

tenercela per tutto il tempo delle prove. La scheda consuma tipicamente 80mA, ma il suo consumo può variare da 30mA a 120mA a seconda di quanti segmenti del display siano illuminati, e delle attività in corso.

Collegare un trasmettitore infrarossi

Collegare direttamente alla scheda (senza cavi schermati di prolunga interposti, per queste prime prove) un trasmettitore a infrarossi, che ripeterà i codici appresi verso l'apparecchio ricevente.
Se non si collega nessun trasmettitore, ovviamente la scheda non potrà ritrasmettere nulla. Successivamente sarà possibile inserire tra la scheda e il trasmettitore una prolunga realizzata con cavo schermato.
Il circuito è in grado di alimentare correttamente 4 trasmettitori, posizionabili in luoghi differenti in casa, tramite i cavi di prolunga, secondo le proprie esigenze.

Leggere il display

Appena accesa la scheda, sul display verrà visualizzato il numero 0. Se questa è la prima accensione, il punto decimale sarà spento ad indicare che in quella posizione non è memorizzato niente.
Viceversa, un punto decimale acceso indica che in quella posizione è già memorizzato un codice.

Pulsanti blu: Selezionare il numero visualizzato sul display

Il numero sul display può essere uno dei seguenti: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F ad indicare le 16 posizioni di memoria della scheda, secondo la numerazione esadecimale. Usare i pulsanti blu per far scorrere le cifre avanti e indietro. Il punto decimale accanto al numero sarà acceso per le posizioni che contengono un codice, spento per quelle che non ne contengono.
La scheda con il PIC appena riprogrammato ha le posizioni 8 9 A B occupate, in modo da poter fare i primi esperimenti di trasmissione codici anche senza averne preventivamente memorizzato alcuno. Sarà in seguito possibile cancellare questi 4 codici e sostituirli con quelli di proprio interesse.

Pulsante verde: Testare la trasmissione dei codici

Portarsi su una posizione occupata, per esempio la numero 8, con i pulsanti blu. La conferma che la posizione è occupata è la presenza del punto decimale accanto alla cifra visualizzata dal display. Premere il bottone verde "test". Si accenderà per un breve istante il led verde, e i trasmettitori infrarossi (ricordate, ne avevamo collegato uno alla scheda) invieranno i codici memorizzati, tramite i tipici treni di impulsi. Il pulsante verde può essere molto utile per verificare se i codici sono stati appresi correttamente e riescono a comandare gli apparecchi, oppure per verificare in che posizione si è memorizzato un dato codice, se non lo si ricorda più, o anche per verificare la bontà del cablaggio, eccetera.

Pulsante rosso: Imparare un nuovo codice

Portarsi su una posizione libera, per esempio la numero 0, con i pulsanti blu. Controllate che sia libera: il punto decimale del display dovrà essere spento, e la pressione del tasto verde "test", non sortisce alcun effetto. Premere il bottone rosso "learn". Si accenderà il led rosso, e la scheda resterà in attesa di un codice di telecomando. Premere, per esempio, il bottone di accensione/spegnimento di un televisore, puntando il telecomando contro il ricevitore, da circa 30 cm di distanza. Non appena il codice viene ricevuto dalla scheda (qualche istante dopo aver premuto e rilasciato il tasto sul telecomando), si spegnerà il led rosso, e si accenderà il punto decimale accanto al display, ad indicare che si è memorizzato un nuovo codice. Il codice è già stato memorizzato nella EEProm interna al PIC, quindi verrà conservato anche in assenza di alimentazione.
Il codice verrà memorizzato senza la pausa iniziale (il tempo intercorso tra quando si è spinto il bottone rosso sulla schedina e quando si è spinto il tasto sul telecomando) e senza la pausa finale (il tempo aspettato dalla schedina alla fine del segnale senza ricevere nulla, per concludere che il codice era finito). Questo consente di risparmiare spazio in memoria e una ripetizione istantanea (senza pausa inizia-

le), ad una richiesta successiva di ripetizione del codice. Se non viene ricevuto nulla per più di 5 secondi, o viene ricevuto un treno di impulsi troppo corto per essere un codice valido, si spegnerà il led rosso, ma non si accenderà il punto decimale, ad indicare l'errore di apprendimento.
In caso di errore (treno di impulsi corto), oppure se il codice memorizzato non funziona, nel senso che quando ripetuto non attiva l'apparecchio ricevente, ripetere l'apprendimento premendo con più convinzione (tenendolo schiacciato appena di più) il tasto sul telecomando. Evitare sia di tenere il tasto del telecomando premuto a lungo, perché invierà una raffica di codici uno dietro l'altro, che confonderanno la schedina, sia di toccarlo e rilasciarlo, come se fosse arroventato, perché potrebbe inviare solo la prima parte del codice anziché un codice completo, e quindi il codice memorizzato dalla schedina, essendo incompleto, non funzionerà (interruzione prematura: alcuni telecomandi inviano comunque un codice completo anche per una pressione breve del tasto, altri invece sospendono la trasmissione non appena si rilascia il tasto, e quindi fatalmente anche nel bel mezzo del primo codice). Per capire di che tempi stiamo parlando, consideriamo che un tipico codice dura all'incirca un decimo di secondo, una pressione di tasto giusta dovrebbe durare 1-2 decimi. Una troppo corta meno di un decimo, una troppo lunga più di 4-5 decimi. In sintesi: premere il bottone sul telecomando fino in fondo e rilasciarlo, premerlo una volta soltanto, né solo per un istante, né troppo a lungo, così come per l'uso normale, né più né meno.
Se non si preme alcun tasto sul telecomando, ma la scheda sembra aver memorizzato qualcosa (si spegne il led rosso, si accende il punto decimale sul display, ma non si è premuto niente sul telecomando), avrà probabilmente captato dei disturbi ottici infrarossi presenti nell'ambiente. In questa rara eventualità, portarsi in un ambiente più in penombra, e senza sorgenti di raggi infrarossi modulate, per esempio stufe a resistenza o alcuni tipi di luci al neon colorate, cancellare il codice (viene spiegato in seguito come fare) e memorizzarlo di nuovo.
Restare in posizione 0. Verificare che ora il punto decimale accanto alla cifra è acceso, ad indicare che la posizione è occupata. Premere di nuovo Learn. Non accade nulla, poiché la posizione è già occupata; non si accende neppure il led rosso, che indica che la scheda si aspetta un codice da memorizzare: questo comportamento protegge da sovrascritture accidentali delle posizioni occupate.

Verificare la bontà della registrazione digitale

Se la memorizzazione del tasto di accensione/spegnimento del televisore è andata a buon fine, premere il tasto verde "test" e puntare il trasmettitore innestato sulla schedina contro il televisore.
Nota: non è detto che l'asse di trasmissione principale sia esattamente verticale, uscente dal diodo, ma può essere un po' inclinato per le normali tolleranze di fabbricazione del diodo led emittente.
Il televisore dovrà accendersi/spegnersi, come se fosse stato premuto il tasto sul telecomando originale. Per alcuni tipi di codici infrarossi, ci si può aspettare dal circuitola stessa portata del telecomando originale (6-7 metri). Per altri tipi di telecomandi, è logico aspettarsi una portata leggermente inferiore (4-5 metri) rispetto al telecomando originale, perché il segnale viene memorizzato e riprodotto, e quindi appena rovinato. Inoltre il telecomando originale utilizza un diodo trasmittente a banda stretta, centrata sulla stessa lunghezza d'onda (luminosa) del fotodiodo ricevente, invece sul circuito si usano un ricevitore e un trasmettitore per uso generale.

Divertirsi memorizzando altri codici

Memorizzare altri codici in altre posizioni, per esempio volume su, volume giù, programma su, programma giù, nelle posizioni 1 2 3 4. Provare a comandare il Tv con la schedina anziché con il telecomando originale. Scegliere il comando da impartire con i pulsanti blu (up/down) e quindi impartirlo con il pulsante verde (test).

Cancellare un codice memorizzato

Portarsi con i pulsanti blu su una posizione

COME COLLEGARE IL PLC

Le uscite del PLC andranno collegate ai morsetti neri, facenti capo ai led dei fotoaccoppiatori. In base al tipo di uscita del PLC, occorrerà utilizzare una topologia differente. Se sul proprio modello di PLC per ciascuna uscita è presente la coppia positivo/negativo, e le uscite sono in grado di alimentare direttamente i carichi, allora il collegamento è diretto: ciascuna uscita del PLC andrà collegata con una coppia di fili a ciascun ingresso del circuito, rispettando la polarità corretta (PLC di tipo 1, figura 7a).
Se il PLC presenta un morsetto in comune a diverse uscite, probabilmente i suoi stadi di uscita sono del tipo a collettore aperto: NPN o PNP. Questi stadi di uscita sono in grado o di assorbire, o di erogare corrente, ma non entrambe le cose. Seguire le indicazioni della figura 7b o 7c: occorrerà una sorgente di alimentazione di 12V o 24V (di solito disponibile su alcuni dei morsetti del PLC). Infine, se il PLC ha le uscite a relè, con un terminale in comune, si può utilizzare indifferentemente la topologia b o c, poiché il contatto chiuso del relé conduce corrente in entrambi i versi. Fate attenzione durante il cablaggio, poiché sui morsetti neri sono stati raggruppati prima tutti i poli positivi, degli ingressi da 1 a 5, quindi tutti i poli negativi, degli ingressi da 1 a 5, per facilitare il collegamento di tipo b) o c), così come ci si accorge osservando la numerazione dei pin del connettore X2 nello schema elettrico.

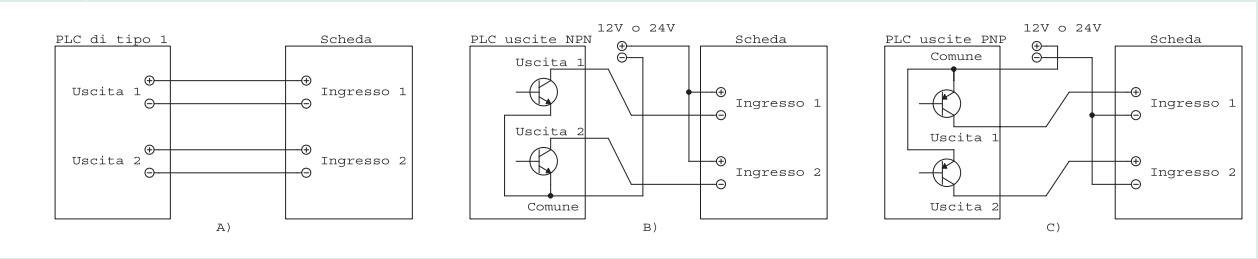


Figura 7 *Differenti stadi di uscita dei PLC*
(a) In grado di alimentare carichi (b) NPN a collettore aperto (c) PNP a collettore aperto

che contiene già un codice, per esempio la posizione 0 in cui abbiamo appena memorizzato il comando di accensione/spegnimento del TV. Supponiamo di voler ora memorizzare un codice differente, dello stesso o di un altro apparecchio, e che quello vecchio semplicemente non ci serva più.
Per cancellare una posizione, e renderla di nuovo libera: tenere premuto il pulsante rosso "learn", premere e rilasciare il pulsante verde, quindi rilasciare anche il pulsante rosso. Il punto decimale accanto al numero visualizzato sul display si spegnerà, ad indicare che la posizione è di nuovo libera. Lasciare la posizione libera, se non serve, oppure memorizzare un nuovo codice come descritto in precedenza.

Il punto della situazione

Fin qui nulla di eccezionale, poiché le funzioni svolte dalla schedina sono simili a quelle di un telecomando universale che si può acquistare in un qualunque negozio di materiale elettrico. Le maggiori potenzialità del circuito vengono espresse tramite un collegamento ad un PLC.

Ingressi verso il PLC

Seguire le istruzioni del riquadro per il collegamento al PLC. Nel seguito diremo che un ingresso è "0" quando il led del relativo fotoaccoppiatore non è alimentato, "1" quando è alimentato; i segnali logici sui piedini di ingresso del PIC sono invertiti rispetto a questa convenzione, a causa del comportamento dei transistor dei fotoaccoppiatori, ma viene applicati su di essi una NOT in firmware subito dopo averli letti. L'input dei primi 4 ingressi serve a comporre un numero binario da 0000 a 1111, corrispondente alla cifra esadecimale da 0 a F indicata dal display. L'ingresso facente capo a OK1 rappresenta il bit meno significativo, quello facente capo a OK4 il più significativo.

PROCEDURE AVANZATE

Risparmiare uscite del PLC se non servono molti codici differenti

Siccome un ingresso lasciato scollegato verrà letto come "0" dalla schedina, qualora si decidesse di utilizzare solo i primi 8 codici, si può lasciare l'ingresso 4 scollegato, che verrà letto sempre come "0" e utilizzare quindi solo 4 uscite del PLC, tre per selezionare il codice e una per inviarlo. Similmente si utilizzeranno 2+1 uscite per selezionare uno tra 4 codici, 1+1 uscite per 2 codici, e una sola uscita del PLC, collegata al solo ingresso 5 del circuito, se si desidera trasmettere solo il codice memorizzato in posizione 0.

Collegare 2 schede a 6 uscite (anziché 10) del PLC

Se si costruiscono due schede, e queste andranno collegate allo stesso PLC, le due schede potranno condividere (collegamento in parallelo) i primi 4 ingressi, e tenere separate le linee per il quinto ingresso di ciascuna. Il software del PLC preparerà l'indirizzo sui primi 4 ingressi, e deciderà quale delle due schede dovrà trasmettere il suo gruppo di codici, generando la transizione da 0 a 1 sul quinto ingresso della scheda opportuna.

Questi 4 ingressi servono a selezionare uno dei 16 codici memorizzati, così come si sarebbe fatto in interattiva con i pulsanti up/down di colore blu. Il quinto ingresso, che chiameremo "fire", è la richiesta di trasmettere il codice preselezionato con gli altri 4 ingressi. Il codice verrà trasmesso subito dopo la transizione da 0 a 1 del quinto ingresso. L'ingresso 5 dovrà poi tornare a 0 quando vuole, per tornare a 1 qualora si desideri trasmettere un altro codice.

Non far inviare codici a raffica

Durante la stesura del software per il PLC, ma anche durante l'uso in modalità interattiva, evitare di far inviare alla schedina codici a raffica, uno dietro l'altro.
Molti apparecchi, infatti, hanno bisogno di un po' di "riposo" prima di essere pronti a ricevere il codice successivo. Accade lo stesso anche con il telecomando originale.

Modalità test

La scheda è dotata di una modalità test, utilissima per verificare la funzionalità del collegamento con il PLC, prima di passare all'effettiva trasmissione dei codici. Premere contemporaneamente i tasti blu "up" e "down".
La schedina entra in modalità test. Ciò è reso visivamente dalla contemporanea accensione sia del led rosso che di quello verde (che nell'uso normale non possono accendersi contemporaneamente).
Durante la modalità test le visualizzazioni sul display hanno un significato speciale, e la scheda non trasmette, né apprende codici; i pulsanti sono tutti disattivati, e non sortiscono alcun effetto.
Si esce dalla modalità test così come ci si entra: premendo contemporaneamente i tasti blu "up" e "down".
Durante la modalità test, viene rappresentato sul display lo stato attuale degli ingressi alla schedina. La cifra visualizzata rappresenterà lo stato dei primi 4 ingressi, fornendone una indicazione sintetica ad una cifra esadecimale (da 0 a F), istante per istante (mentre nel modo di funzionamento normale questi ingressi vengono letti soltanto quando il quinto ingresso presenta una transizione da 0 a 1).
Il punto decimale del display, indica lo stato del quinto ingresso: quando l'ingresso viene alimentato, si accende il punto decimale.
Questa modalità di test può essere molto utile o addirittura fondamentale, per andare a caccia di errori nella programmazione del PLC e per verificare la bontà del cablaggio.

CONCLUSIONI

Abbiamo visto come costruire il nostro ripetitore di telecomandi, nella prossima puntata descriveremo il firmware, scritto in assembler per PIC, analizzandone il funzionamento generale e le principali routine.

Codice MIP 247062

Nona parte
n° 246 - Dicembre 2005
L'operazionale a reazione di corrente

Decima parte
n° 247 - Gennaio 2006
L'alimentazione degli op-amp

Undicesima parte
n° 248 - Febbraio 2006
Operazioni matematiche con gli operazionali (parte I)

L'amplificatore operazionale dalla A alla Z

È necessario porre cura nell'alimentazione degli op-amp. E sia nel caso si ricorra all'alimentazione duale sia nel caso si ricorra all'alimentazione singola

10.1 GENERALITÀ

Gli amplificatori operazionali classici sono normalmente alimentati con due tensioni che, di eguale valore, sono una positiva e una negativa rispetto a massa come mostra la figura 10.1.
Talvolta, per molteplici esigenze circuitali spesso dovute alla configurazione di un sistema più complesso, è però necessario fare ricorso all'alimentazione singola che, per alcuni versi, può anche essere più pratica.
D'altra parte, a meno di particolari esigenze e purché si seguano alcuni criteri volti a ottimizzare il comportamento dell'op-amp, non vi sono differenze sostanziali di funzionamento ricorrendo all'uno o all'altro tipo di alimentazione. Non è infatti casuale che le Case all'avanguardia nella realizzazione della componentistica attiva, producano, e in numero sempre crescente, op-amp già previsti per lavorare con alimentazione singola.

10.2 ALIMENTAZIONE DUALE E SINGOLA

Si descriveranno adesso le modalità da seguire per l'alimentazione singola degli operazionali previsti per alimentazione duale, evidenziando le necessarie precauzioni a cui informarsi per avere un funzionamento stabile del componente. E sia nella configurazione non invertente che nell'invertente. Si fa notare che quanto di seguito viene esposto per gli stadi amplificatori è del tutto estensibile anche ai circuiti nei quali l'operazionale svolga funzioni non lineari.

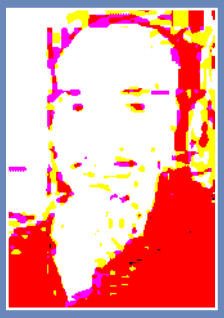
10.2.1 Configurazione non invertente

Si consideri lo stadio amplificatore in precedenza studiato e qui riproposto nella figura 10.1. Il circuito, valido in alternata per la presenza delle capacità C_1, C_i, C_2 e C_o (in continua è sufficiente cortocircuitare C_1, C_i e C_o ed eliminare C_2) può essere alimentato con tensione singola come mostra la figura 10.2.
Di diverso qui si nota il partitore costituito dalle resistenze R_1 e R_2 di pari valore. Questo partitore fa sì che sull'ingresso non invertente sia presente una tensione pari a $V_{CC}/2$ consentendo così al segnale di avere eguali escursioni sia positive che negative. I condensatori C_1 e C_i costituiscono un blocco per la componente continua nei cui confronti, essendo la resistenza R_i praticamente sconnessa dalla massa, l'op-amp si comporta come un inseguitore di tensione.
Questa condizione è evidenziata nella figura 10.3 che rappresenta appunto l'amplificatore della figura 10.2 con riferimento alle sole componenti continue. Sul terminale di uscita, per la caratteristica del voltage follower, ci sarà una tensione anch'essa pari a $V_{CC}/2$. Pertanto – figura 10.4 – applicando un segnale V_i in alternata, si troverà sull'uscita lo stesso segnale, amplificato, ma sovrapposto a una componente continua pari a $V_{CC}/2$. Il condensatore C_o – figura 10.2 – blocca la componente continua e ripristina in uscita, ossia sul carico, il segnale alternato. Si noti che adesso la resistenza di ingresso è data non dalla R_1 come nello stadio della figura 10.1, ma dal parallelo delle due resistenze R_1 e R_2 che, per $R_1 = R_2$ vale $R_1/2$. La capacità del condensatore C_1 si calcolerà quindi con l'espressione:

$$C_1 \geq 1 / [2 \pi f_L (R_1 // R_2)] = 1 / (\pi f_L R_1) = 0{,}318 / (f_L R_1)$$

dove f_L è la frequenza di taglio inferiore dell'am-

L'alimentazione degli op-amp



di Nico Grilloni

plificatore. La capacità del condensatore C_i si calcola tenendo conto che la sua reattanza, alla frequenza $f = f_L$, deve essere trascurabile rispetto alla resistenza R_i. Per esempio, si può porre:

$$X_{Ci} = 1 / (2 \pi \cdot f_L C_i) = (0{,}1 \div 0{,}05) R_i$$

Da questa si ricava:

$$C_i = 1 / [2 \pi \cdot f_L (0{,}1 \div 0{,}05) R_i]$$

Ponendo, per esempio, $X_{Ci} = 0{,}1 R_i$, si ha per C_i:

$$C_i = 1 / (2 \cdot \pi \cdot f_L 0{,}1 R_i] = 1{,}59 / (f_L R_i)$$

Se è, per esempio, f_L = 20 Hz – limite inferiore della banda audio – per il valore della R_i =11 kΩ, si ricava per C_i:

$$C_i = 1{,}59 / (20 \times 11000) = 7{,}22\ \mu F$$

Si potrà porre C_i = 8,2 µF che è il valore normalizzato più prossimo per eccesso.
La capacità di uscita si calcolerà sempre tenendo conto che la sua reattanza X_{Co} dev'essere trascurabile rispetto alla resistenza di carico alla più bassa frequenza presente nel segnale. Ponendo, per esempio $X_{Co} = 0{,}2 R_L$, si avrà:

$$X_{Co} = 1 / (2 \pi \cdot f_L C_o) = 0{,}2 R_L$$
$$C_o = 0{,}795 / (f_L R_L)$$

Per f_L = 20 Hz e R_L = 5 kΩ si ha:

$$C_o = 0{,}795 / (20\ 5000) = 7{,}95\ \mu F$$

Si porrà: C_o = 8,2 µF. Si fa notare come il metodo di calcolo delle capacità C_i e C_o sia identico al metodo già illustrato in precedenza. La necessità di porre la reattanza capacitiva molto più piccola della resistenza alla quale la stessa capacità è in serie, porta ad un certo arbitrio nel fissare di quanto la reattanza capacitiva, alla più bassa frequenza presente nel segnale, debba essere minore della resistenza. La figura 10.5 riporta quindi il diagramma della risposta in frequenza dell'amplificatore di cui alla figura 10.2. A –3 dB – differenza ($c - d$) = –3 dB – la banda passante si estende da 18,96 Hz indicati dal marker verticale *b*, a 23,34 kHz indicati dal marker verticale *a*. L'ordinata *Yd* = 20 dB indica il guadagno dello stadio.

10.2.2 Configurazione invertente

In merito all'alimentazione singola, le considerazioni per lo stadio invertente sono analoghe a quelle su esposte per il non invertente. A questo proposito la figura 10.6 ripropone, ad alimentazione singola, l'amplificatore con op-amp in configurazione invertente già analizzato.
Le resistenze R_1 e R_2, fra loro eguali, costituiscono il partitore che porta l'ingresso non inver-

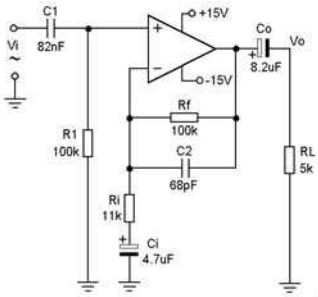


Figura 10.1 *Amplificatore con operazionale in configurazione non invertente ad alimentazione duale*

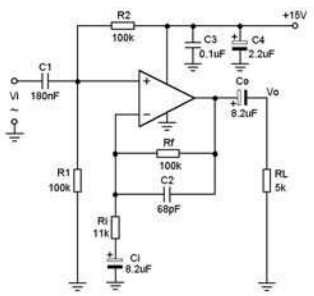


Figura 10.2 *Amplificatore con op-amp in configurazione non invertente ad alimentazione singola*

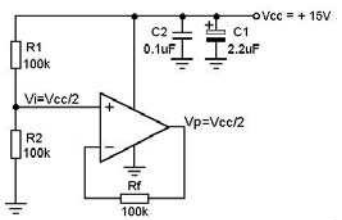


Figura 10.3 *Per la presenza dei condensatori C_i, C_o e C_i, l'amplificatore della figura 10.2, con riferimento alle componenti continue si comporta come un inseguitore di tensione*

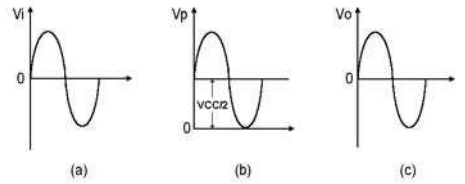


Figura 10.4 *Il segnale alternato in ingresso (a) si ritrova in uscita con sovrapposta una componente continua pari a $V_{CC}/2$ (b). Il condensatore C_o blocca questa componente e il segnale in uscita torna ad essere alternato*

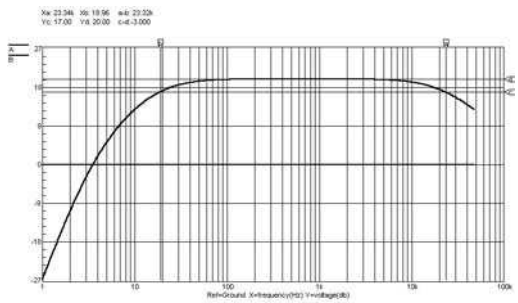


Figura 10.5 *Risposta in frequenza dell'amplificatore con op-amp non invertente ad alimentazione singola della figura 10.2*

tente dell'operazionale alla tensione $V_{CC}/2$. Poiché i condensatori C_1 e C_o sono dei blocchi per le componenti continue, il circuito relativo a queste componenti sarà l'inseguitore di tensione riportato nella figura 10.7: sia sull'ingresso non invertente che sul terminale di uscita ci sarà una tensione pari alla metà della tensione di alimentazione. Quindi, pilotando l'amplificatore con un segnale alternato, come già si è visto per la configurazione non invertente, ci sarà in uscita un segnale amplificato con sovrapposta una componente continua pari a V_{CC} /2. Il condensatore C_o – figura 10.6 – "taglia" questa componente ristabilendo in uscita il segnale alternato. La resistenza di ingresso dello stadio invertente è data dal valore attribuito alla resistenza R_i in funzione del quale, come si è già visto, si calcolerà la capacità di accoppiamento C_1.
La figura 10.8 propone, infine, la risposta in frequenza dello stadio di cui alla figura 10.6.

10.3 ALIMENTAZIONE SINGOLA CON RIFERIMENTO A TENSIONE DI ZENER

Un altro metodo che conduce allo stesso risultato del partitore resistivo è illustrato nella figura 10.9 *a* per la configurazione non invertente, e nella figura 10.9 *b* per la configurazione invertente. Alimentando con V_{CC} = 15 V si utilizzerà un diodo zener D_z con V_z = 7,5 V, ossia con una tensione di zener eguale o assai prossima a $V_{CC}/2$. Nelle due configurazioni questa tensione, attraverso la resistenza R_1, sarà presente su entrambi gli ingressi e sull'uscita. Il valore della resistenza R_z si calcolerà con l'espressione:

$$R_z = (V_{CC} - V_z) / I_z$$

Per la corrente I_z di zener, usando diodi zener da 250 mW o anche da 500 mW, si potrà porre il valore di 5 mA. Per i due circuiti in esame si avrà quindi:

$$R_z = (15 - 7{,}5) / (5 \times 10^{-3}) = 1{,}5\ k\Omega$$

Il condensatore C_z ha la funzione di eliminare il rumore introdotto dal diodo zener e lo si porrà di valore pari o anche maggiore di 10 µF. Le capacità degli altri condensatori si calcoleranno con le stesse espressioni esposte in precedenza. La figura 10.10 riporta quindi le curve di risposta in frequenza dei due amplificatori della figura 10.9. Poiché i due stadi sono stati dimensionati per lo stesso guadagno (20 dB) e per la stessa frequenza di taglio inferiore (f_L = 20 Hz), le due curve sono l'una sovrapposta all'altra. Si può constatare che manca il limite della frequenza di taglio superiore f_H. Ciò perché, contrariamente a quanto si è fatto nei precedenti amplificatori, non si è posto alcun condensatore in parallelo alla resistenza R_f.

10.4 PREGI E DIFETTI DELL'ALIMENTAZIONE SINGOLA

L'alimentazione singola ha il pregio di poter essere utilizzata in molti campi: in particolare quando, per motivi tecnici, è strettamente necessaria o quando non è disponibile un'alimentazione duale.

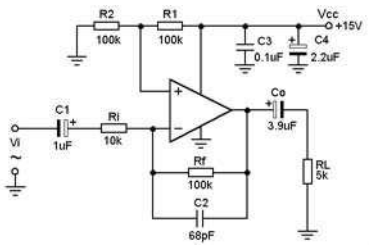


Figura 10.6 *Stadio amplificatore con op-amp in configurazione invertente ad alimentazione singola*

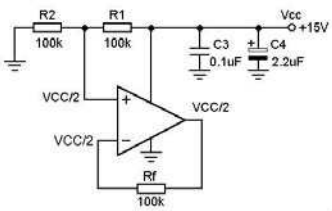


Figura 10.7 *Per la presenza dei condensatori C_i e C_o l'amplificatore della figura 10.6, con riferimento alle componenti continue si comporta da inseguitore di tensione*

fare elettronica

CAMPAGNA ABBONAMENTI 2006

1 ANNO, 11 RIVISTE

A SOLI 45,00 EURO INVECE DI 60,50 EURO

con un risparmio del

25%

Abbonati subito!

Compila oggi stesso il coupon che trovi in ultima pagina o abbonati su www.farelettronica.com/abbonamento

Il caso più rilevante riguarda buona parte delle apparecchiature portatili (computer, palmtop, cellulari, ecc.) e le apparecchiature elettroniche in dotazione a mezzi mobili (auto, imbarcazioni e natanti in genere, sistemi di navigazione satellitari, ecc.) che, sebbene possano essere alimentate con due tensioni simmetriche, l'una positiva e l'altra negativa rispetto a massa, ricavano una notevole semplificazione circuitale dall'alimentazione singola. Quest'ultima, d'altra parte, presenta però alcuni inconvenienti. Il primo concerne l'ampiezza della tensione di uscita. Facendo ricorso all'alimentazione duale il segnale in uscita può avere un valore da picco a picco di soli 4 V inferiore alla tensione stessa. Per esempio, alimentando un op-amp con ±15 V (ossia con 30 V fra i due pin di alimentazione), sarà possibile ottenere una $V_o = [V_{CC} - (-V_{EE}) - (2 + 2)] = 30 - 4 = 26$ V da picco a picco senza che si manifesti alcuna tosatura del segnale.
Alimentando invece con tensione singola $V_{CC} = 15$ V, la massima escursione del segnale di uscita non potrà superare i 13 V da picco a picco ($V_{CC} - 2 = 15 - 2 = 13$ V).
Questa contrazione dell'ampiezza della tensione di uscita può in molti casi, non essere importante ai fini funzionali, ma laddove sia necessario utilizzare operazionali a bassa tensione di alimentazione (vi sono op-amp, come l'XC221 della giapponese Torex che possono essere alimentati anche con V_{CC} = 1,2 V) la limitazione dell'escursione della V_o può assumere carattere rilevante in specie se si richiedono all'operazionale guadagni ragguardevoli.

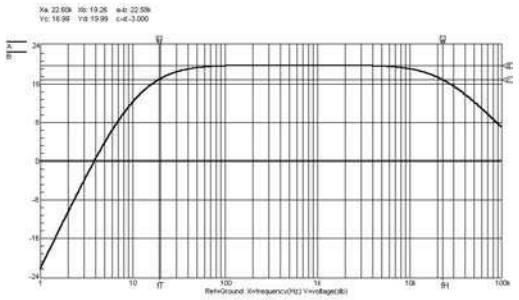


Figura 10.8 *Risposta in frequenza dell'amplificatore invertente ad alimentazione singola della figura 10.6*

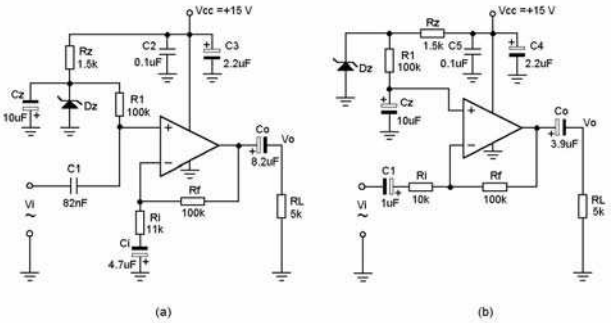


Figura 10.9 *Nelle due configurazioni, non invertente e invertente, si può alimentare l'op-amp con tensione singola (V_{CC}) stabilizzando a $V_{CC}/2$ la tensione sull'ingresso non invertente tramite un diodo zener con V_z eguale a $V_{CC}/2$*

10.4.1 Ripristino del PSRR dell'op-amp

Un secondo inconveniente dell'alimentazione singola così come fin qui è stata illustrata, risiede nella perdita quasi totale della reiezione nei confronti della tensione di alimentazione, ossia del *PSRR*.
Infatti, osservando i due circuiti delle figure 10.2 e 10.6 si constata subito come una fluttuazione della tensione di alimentazione, attraverso il partitore R_1, R_2 vada ad alterare la tensione $V_{CC}/2$ presente sull'ingresso non invertente dell'operazionale. Supponendo, per esempio, che la V_{CC} vari di 0,5 V, la variazione di tensione sull'ingresso invertente sarà di 0,25 V. A conti fatti ciò significa che la reiezione nei confronti della fluttuazione della V_{CC} è di soli 6 dB [20 log 0,5/0,25 = 6 dB]. In altre parole, le variazioni della V_{CC}, venendo trasferite direttamente all'ingresso (+) dell'op-amp, possono essere causa di instabilità.
Un metodo per ovviarvi consiste nel fare ricorso alle configurazioni riportate nella figura 10.11 ove si nota, rispettivamente nello stadio non invertente – figura 10.11 *a* – e nell'invertente – figura 10.11 *b* – la presenza del condensatore C_4 in parallelo alla resistenza R_2.
Questo condensatore, cortocircuitando verso massa le eventuali variazioni che si possono manifestare al punto comune alle due resistenze del partitore e all'ingresso non inver-

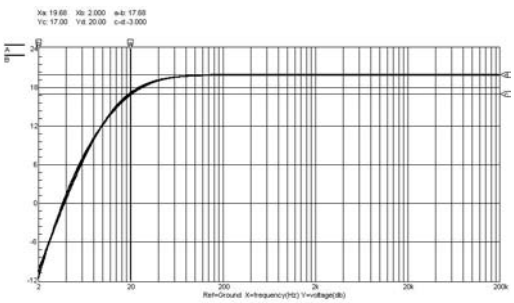


Figura 10.10 *Curve di risposta degli amplificatori di cui alla figura 10.9. Le due curve sono sovrapposte poiché i due stadi sono stati dimensionati per lo stesso guadagno e per la stessa frequenza di taglio inferiore*

tente, ripristina il *PSRR* caratteristico dell'operazionale utilizzato.
Relativamente alle due configurazioni, per il calcolo della capacità C_4, valgono le espressioni

$$C_4 = 1 / [2 \cdot \pi \cdot f_L (R_1//R_2)] = 0{,}159 / [f_L \cdot (R_1//R_2)] = 0{,}318 / (f_L R_2)$$

dove f_L è, al solito, la frequenza di taglio inferiore. Per esempio, ponendo f_L = 20 Hz e $R_1 = R_2$ =100 kΩ, per C_4 si ha:

$$C_4 = 0{,}318 / (20 \times 100000) = 0{,}159\ \mu F$$

Questo valore si approssimerà a 0,18 µF. Con questo metodo di calcolo, si impone la frequenza di taglio inferiore di 20 Hz a –3 dB e ciò significa che eventuali segnali a frequenza minore di 20 Hz, non venendo bypassati dal condensatore C_4, potranno sempre presentarsi all'ingresso non invertente dell'op-amp. Per ovviare a questa eventualità conviene aumentare il valore della capacità C_4.
Un buon metodo consiste nel porre la reattanza X_{C4} pari a $[0{,}1\ (R_1//R_2)] = 0{,}1\ (R_1/2) = 0{,}05\ R_1$. Si ha quindi:

$$X_{C4} = 0{,}05\ R_1 = 1 / [2 \cdot \pi \cdot f_L\ C_4]$$

e quindi:

$$C_4 = 1 / (2\ \pi \cdot f_L \cdot 0{,}05\ R_1) = 3{,}18 / (f_L\ R_1)$$

La resistenza R_3, che nella configurazione non invertente fornisce la via di adduzione all'ingresso (+) della tensione $V_{CC}/2$ presente al punto *K* – figura 10.11 *a* – determina il valore della resistenza di ingresso dello stadio amplificatore. Pertanto il valore da attribuire alla capacità C_1 si calcola in funzione della R_3. Si avrà:

$$C_1 = 1 / [2 \cdot \pi\ f_L\ R_3] = 0{,}159 / (f_L \cdot R_3)$$

Analogamente per la capacità C_1 di ingresso dello stadio invertente si ha:

$$C_1 = 1 / [2 \cdot \pi\ f_L\ R_i] = 0{,}159 / (f_L \cdot R_i)$$

Un'ulteriore considerazione, valida per tutte e due le configurazioni, va fatta sul valore da attribuire alle resistenze del partitore e alla resistenza R_f del canale di reazione per fare in modo che entrambi gli ingressi dell'operazionale vedano all'incirca la stessa resistenza.
Ciò, come è noto, tende ad eguagliare le correnti di polarizzazione dello stadio differenziale di ingresso dell'op-amp riducendo la tensione offset di uscita dovuta alle medesime correnti. Una buona soluzione, valida anche nel caso degli op-amp con ingresso a Fet o Mosfet, consiste nel porre $R_f = [(R_1//R_2) + R_3]$ nello stadio non invertente e $R_f = (R_1//R_2)$ nello stadio invertente. Per una tensione di alimentazione di 15 V, le resistenze del partitore si possono porre pari a 100 kΩ. Con riferimento alla figura 10.11 *a*, per R_3 = 50 kΩ, si ha, in serie all'ingresso non invertente, una resistenza $[(R_1//R_2) + R_3]$ =100 kΩ. Indipendentemente dalla presenza del condensatore C_i, si è posto R_f =100 kΩ. Si è poi agito sulla R_i per fissare il guadagno. Per una tensione di alimentazione di 5 V si attribuirà alle due resistenze del partitore un valore compreso fra 33 kΩ e 50 kΩ (dando sempre alla R_f il valore pari alla somma del loro parallelo e della resistenza che fissa la resistenza di ingresso nello stadio non invertente, e un valore pari al loro parallelo nella configurazione invertente). Si agirà quindi sul valore della resistenza R_i per fissare il guadagno. Per operazionali da alimentarsi con 3,3 V (valore ormai quasi standard per molti op-amp) alle resistenze del partitore si attribuirà un valore compreso fra 10 kΩ e 27 kΩ procedendo poi alla determinazione della R_f e della R_i.

10.5 SISTEMI DI PROTEZIONE E ALIMENTAZIONE DI PIÙ STADI

Gli amplificatori operazionali, al pari degli altri IC lineari, ove si invertano le polarità delle tensioni di alimentazione, vanno incontro a immediata distruzione. Per ovviare a ciò si può ricorrere a molteplici accorgimenti alcuni dei quali sono esposti nella figura 10.12. Come è evidente, sono sufficienti

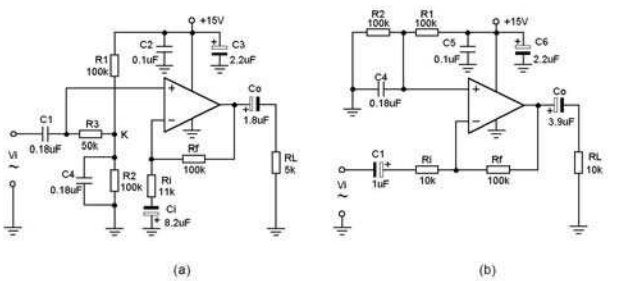


Figura 10.11 *Il condensatore C_4 in parallelo alla R_2, ripristina il PSRR dell'op-amp utilizzato*

alcuni diodi, per esempio gli 1N4001, opportunamente disposti, per ovviare all'inconveniente. Il circuito della figura 10.12 *a*, relativo all'alimentazione duale, prevede per ovvii motivi due diodi, uno per ciascun ramo dell'alimentazione, mentre per il circuito della figura 10.12 *b*, relativo all'alimentazione singola, è sufficiente un solo diodo. La figura 10.12 *c* mostra un ulteriore sistema protettivo realizzato tramite un solo diodo zener D_z posto fra i terminali dell'alimentazione positiva e negativa. Il valore della tensione di zener dev'essere maggiore della tensione $[+V_{CC} - (-V_{EE})]$. Il che significa che alimentando per esempio con tensioni di ±10 V, il diodo zener deve avere una V_z non inferiore a 20 V; uno zener con V_z = 22 V o V_z = 24 V può andare benissimo. In questo caso, nelle normali condizioni di funzionamento il diodo zener è polarizzato inversamente ad un valore inferiore alla sua V_z ed è pertanto completamente passivo.

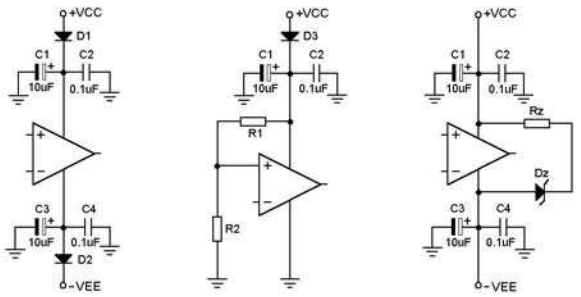


Figura 10.12 *Possibili soluzioni di protezione degli operazionali dall'inversione di polarità*

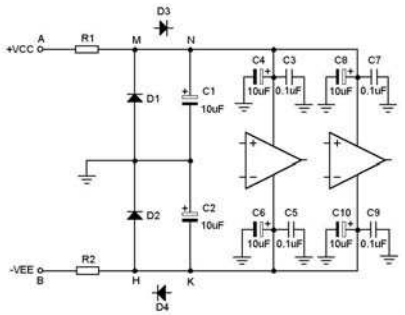


Figura 10.13 *Alimentazione duale di più operazionali con diodi di protezione*

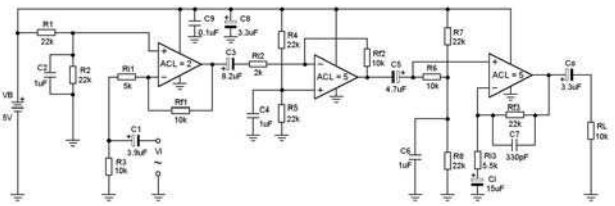


Figura 10.14 *Alimentazione singola di più operazionali. Questa soluzione prevede la presenza di un partitore resistivo sull'input non invertente di ciascun operazionale*

Ove si invertano le polarità dell'alimentazione, lo zener viene polarizzato direttamente come un comune diodo e costituisce così un bypass per l'operazionale. La resistenza R_z è di protezione del diodo zener e si calcolerà, trascurando la c.d.t. ai capi del diodo stesso, con l'espressione $R_z = 2V_{CC}/I_d$. Alla corrente I_d, che rappresenta la corrente diretta nel diodo (dal momento che questo entra in funzione solo quando è direttamente polarizzato), si potrà attribuire il valore di 5 o 10 mA.
La figura 10.13 mostra quindi un'alimentazione duale per un circuito con più operazionali. La protezione contro l'inversione di polarità è garantita dai diodi D_1 e D_2 che, normalmente interdetti poiché polarizzati inversamente, ove si dovessero invertire i due rami dell'alimentazione verrebbero polarizzati direttamente portando a massa la corrente la cui limitazione è assicurata dalle resistenze R_1 e R_2.
In alternativa ai diodi D_1 e D_2, si possono disporre fra i punti *M* e *N* e *H* e *K* i diodi D_3 e D_4. Questa configurazione è del tutto analoga a quella illustrata nella figura 10.12 *a*.

10.6 ALIMENTAZIONE SINGOLA PER PIÙ STADI

Utilizzando una delle configurazioni già illustrate (figure 10.2 – 10.6 – 10.9 – 10.11) l'alimentazione singola di un solo stadio non presenta problemi di sorta purché si tenga conto della contrazione dell'escursione della tensione di uscita. Le stesse configurazioni si possono utilizzare anche nel caso si debbano alimentare più operazionali.
La figura 10.14 mostra, per esempio, tre stadi amplificatori in cascata per un guadagno complessivo pari a 50. L'intero circuito è alimentato a V_{CC} = 5 V, mentre la tensione $V_{CC}/2$ = 2,5 V è portata sull'input non invertente dei tre op-amp tramite partitori resistivi (R_1–R_2, R_4–R_5, R_7–R_8). In pratica si è replicato due volte lo stadio della figura 10.11 *b* (stadio invertente) e una volta lo stadio non invertente della figura 10.11 *a*.
La figura 10.15 riporta la curva di risposta. La frequenza di taglio inferiore f_L, pari a 19,68 Hz, è indicata dal marker *b*, mentre il marker *a* indica la frequenza di taglio superiore f_H, pari a circa 22,5 kHz (Xa = 22,37 kHz) impostata tramite il condensatore C_7 che si calcola con la già nota espressione:

$$C_7 < 0{,}159 \ / \ (f_H \times R_{f3})$$

Da questa, ponendo per esempio, f_H = 20 kHz – limite superiore della banda audio – si ricava:

$$C_7 < 0{,}159 / (20000 \times 22000) = 361 \text{ pF} \Rightarrow$$
$$C_7 = 330 \text{ pF}$$

La distanza del marker *d* dal livello 0 dB del segnale di ingresso indica il guadagno.
È *Yd* = 33,9 dB. A 33,9 dB corrisponde un guadagno pari a 49,54. La soluzione della figura 10.14 può essere semplificata assumendo come riferimento per gli op-amp un punto diverso dalla massa generale del circuito così come mostra la figura 10.16. Con questa soluzione gli input non invertenti degli operazionali sono tutti a $V_{CC}/2$ e quindi non è più necessario ricorrere ai diversi partitori resistivi presenti invece nella figura 10.14. Fra l'altro si elimina anche la necessità dei disaccoppiamenti realizzati nella precedente configurazione dai condensatori C_3 e C_5 pervenendo così all'accoppiamento diretto. La semplificazione è pertanto notevole e consente di ottenere un certo risparmio sui costi. Si fa notare, infine, che nei due ultimi amplificatori si è posta come alimentazione una batteria facendo quindi esplicito riferimento alle apparecchiature portatili. Ma ovviamente l'alimentazione può essere realizzata con un qualsiasi alimentatore stabilizzato.

10.7 I CONDENSATORI DI BYPASS SULL'ALIMENTAZIONE

Applicata una tensione stabilizzata è necessario, al fine di evitare possibili oscillazioni dello stadio con op-amp, porre su ciascun ramo di alimentazione, così come illustra la figura 10.17 *a*, due condensatori, uno da 0,1 µF e uno da 2,2 µF o di valore anche più elevato. Un altro metodo – figura 10.17 *b* – consiste nel disporre questi due condensatori soltanto su un ramo dell'alimentazione e nel connettere gli altri due direttamente fra il pin dell'alimentazione positiva e il pin dell'alimentazione negativa. Disporre in parallelo due condensatori di così diversa capacità potrebbe apparire inutile o ridondante dal momento che dovrebbe essere sufficiente il condensatore di capacità più elevata per la sua minore reattanza. E, in teoria, l'affermazione non fa una grinza. Ma in pratica i condensatori di elevata capacità, gli elettrolitici, anche se al tantalio, presentano una risposta tutt'altro che tempestiva all'aumentare della frequenza; a frequenze elevate la loro presenza può addirittura considerarsi nulla se non addirittura peggiorativa dal momento che il loro comportamento tende a diventare induttivo. Per questo motivo si disporranno in parallelo agli elettrolitici, efficaci alle basse frequenze, i condensatori da 0,1 µF a mica o in ceramica o in mylar. Questi componenti, come raccomandano quasi tutte le note tecniche, devono, fra l'altro, essere cablati in prossimità dei pin di alimentazione dell'op-amp. La distanza non dovrebbe eccedere il centimetro. Questa esigenza comporta una notevole cura anche nella realizzazione del relativo circuito stampato le cui tracce di massa dovrebbero, fra l'altro, essere disposte in modo da proporre un unico ritorno senza introdurre, inoltre, resistenze e induttanze parassite.

Codice MIP 247074

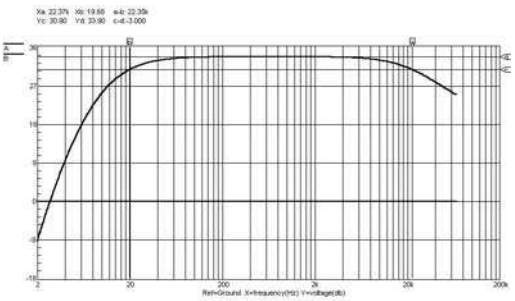


Figura 10.15 Risposta in frequenza dell'amplificatore in banda audio della figura 10.14

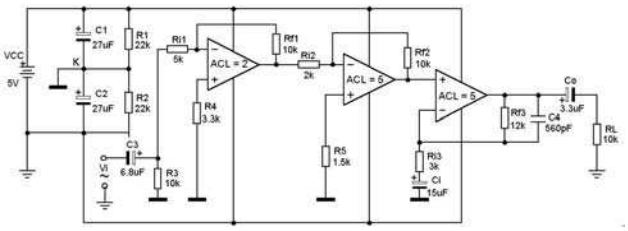


Figura 10.16 Sistema semplificato di alimentazione singola di più op-amp ricavato prendendo come riferimento un punto comune (K) diverso dalla massa reale

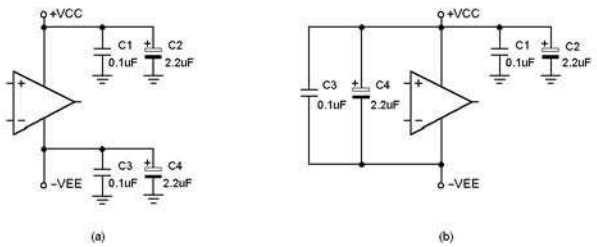


Figura 10.17 Per evitare l'innesco di oscillazioni è necessario porre sempre sui due rami di alimentazione degli op-amp (a) dei condensatori di disaccoppiamento. Un'altra soluzione (b) consiste nel porre due condensatori su un ramo dell'alimentazione e altri due condensatori fra i terminali delle alimentazioni positiva e negativa

Terza parte
n° 246 - Dicembre 2005
Sistema hardware di sviluppo

Quarta parte
n° 247 - Gennaio 2006
Interfaccia per la programmazione IN-SYSTEM

Quinta parte
n° 248 - Febbraio 2006
Interfaccia con display a sette segmenti

CPLD by Example

Dopo avere presentato, nella puntata precedente, il circuito hardware di sviluppo per il dispositivo XC9572 e trattato le tipologie di operatori Verilog, passiamo ora ad esaminare il circuito di interfaccia necessario per la programmazione delle CPLD Xilinx

INTERFACCIA JTAG

L'interfaccia JTAG che presentiamo consente di programmare i dispositivi CPLD Xilinx secondo la modalità in-system. Per una descrizione dettagliata dell'interfaccia e delle problematiche legate al Boundary Scan, possiamo fare riferimento all'articolo omonimo presentato sul numero 224 di Fare Elettronica.
Lo schema elettrico dell'interfaccia è riportato in figura 1. Essa è specificamente indicata per il trasferimento del file di configurazione, ottenuto per mezzo dell'ambiente di sviluppo Xilinx ISE Project Navigator, verso il dispositivo reale. Il circuito non presenta particolari criticità e può essere realizzato su una piastrina mille fori (figura 2).
Nella figura 3 vediamo come collegare l'interfaccia alla piastrina di sviluppo. È stato utilizzato un cablaggio costituito da sei conduttori di colori diversi con terminazioni a femmina singola. Il cablaggio si può recuperare agevolmente da un vecchio PC.
Si sono adottati i colori seguenti:

- **VCC**: Alimentazione (ROSSO)
- **TCK**: Test Clock (GIALLO)
- **TMS**: Test Mode Select (VERDE)
- **TDI**: Test Data In (BIANCO)
- **TDO**: Test Data Out (BLU)
- **GND**: Massa (NERO)

Per quanto riguarda invece il collegamento verso la porta parallela del PC, si è impiegato un tratto di cavo flat, di cui sono state utilizzate solo nove linee, alla cui estremità è stato saldato un connettore a vaschetta maschio.

ELEMENTI DELLA SINTASSI VERILOG

Convenzioni lessicali

Verilog comprende una serie di elementi sintattici, indicati con il termine generico *token*, separati da opportuni delimitatori. I possibili token sono: *commenti, operatori, numeri, stringhe, identificatori* e *parole chiave*.
I delimitatori, che hanno il compito di separare i token, comprendono gli spazi bianchi, la virgola, gli operatori, le parentesi, il punto e virgola. Quest'ultimo ha un significato speciale, che è quello di terminatore per le istruzioni Verilog.

Elenco componenti interfaccia JTAG	
R1÷R3	100 Ω 1/4 W
R4÷R8	330 Ω 1/4 W
R9	4.7 KΩ 1/4 W
R10	1 KΩ 1/4 W
R11÷R14	100 Ω 1/4 W
C1÷C4	100 pF 50 V ceramico
C5÷C8	0.1 µF 50 V ceramico
D1,D2	Diodo Schottky 1N5817
IC1,IC2	74AC125
J1	Connettore a vaschetta 25 pin M
J2	Connettore lineare 6 pin F

Interfaccia per la programmazione IN-SYSTEM

di Agostino Rolando

Commenti: il commento di riga è preceduto da una coppia di slash "//" all'inizio della riga stessa; i commenti che comprendono un blocco di righe si delimitano tra i simboli "/*" e "*/". Ad esempio:

```
a = b && c;  // Questo è un commento di riga
/* Questo è un commento di blocco.
Può contenere più righe.*/
```

Operatori: specificano l'operazione da compiere sui propri operandi. Esempio:

```
a = - b;  //  "-" è l'operatore di sottrazione, b è il suo operando.
a = b && c;  // && è l'operatore di AND logico, b e c sono operandi.
```

Numeri: possono essere con dimensioni o senza dimensioni (*sized* o *unsized*). I numeri sized hanno il formato:

```
<size> <base> <numero>
```

dove <size> rappresenta la dimensione in bit, <base> specifica la base di numerazione, o radice, ed è preceduta dal carattere "apice singolo". Esempi di basi:

- decimale: 'd o 'D
- esadecimale: 'h o 'H
- binaria: 'b o 'B
- ottale: 'o o 'O

Infine, <numero> consiste nei digit, appropriati con la base, appartenenti all'insieme "0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, e, f ". Esempi:

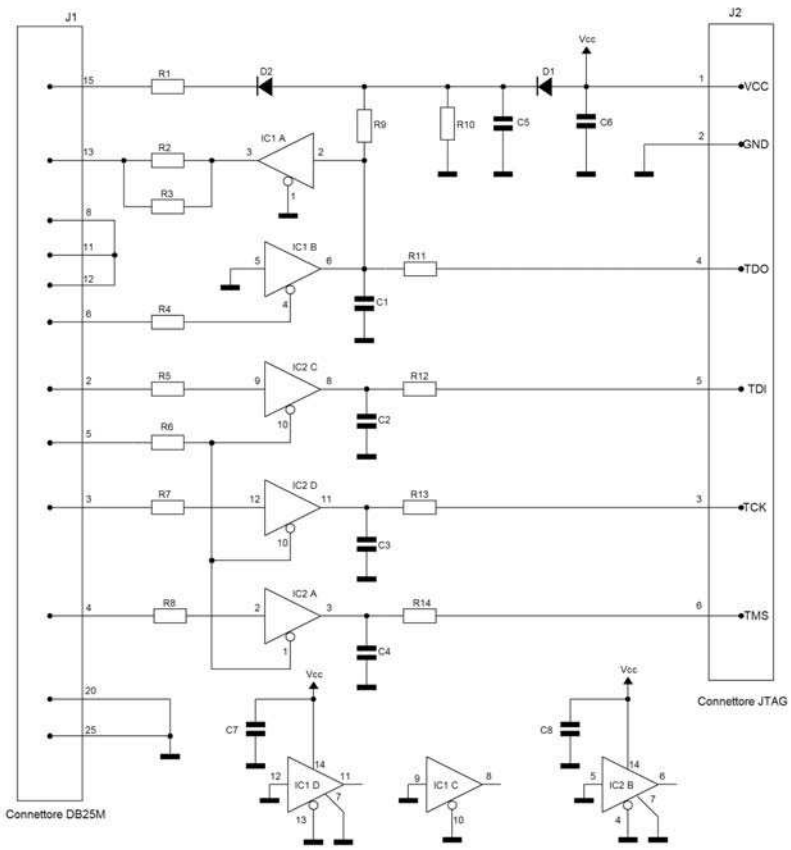


Figura 1 Schema dell'interfaccia jtag

```
4'b1111  // Questo è un numero binario a
4-bit.
12'habc  // Questo è un numero esadecimale
a 12-bit.
```

I numeri senza dimensioni (*unsized*) hanno il formato: <base><numero> e hanno un'ampiezza in bit di default che è specifica del Simulatore, e quindi del computer utilizzato, ma dev'essere almeno pari a 32 bit. Esempio:

```
23456  // Questo è un numero decimale a
32-bit di default.
'hc3  // Questo è un numero esadecimale a
32-bit.
```

I numeri possono avere anche i valori "*x*" (qualsiasi) e "*z*" (alta impedenza). Esempi:

```
6'hx  // Questo è un valore esadecimale a
6 bit qualsiasi.
32'bz  // Questo è un valore a 32-bit ad
alta impedenza.
```

Numeri negativi: sono indicati con un segno "-" che li precede. Esempio:

```
-8'd3  // numero negativo a 8 bit, consi-
derato come complemento a due
(11111101 binario)
```

Stringa: è una sequenza di caratteri racchiusi tra doppi apici. Esempio:

```
"Hello Verilog World"
```

Identificatori: sono nomi che vengono assegnati ad oggetti. Sono costituiti da caratteri alfanumerici, compreso "l'underscore" (_) e il "dollaro" ($) e sono *case sensitive*.
Iniziano con un carattere alfabetico e non possono iniziare con un numero o con il carattere "dollaro".

Parole chiave (*Keywords*): sono speciali identificatori *riservati*, adottati per indicare i costrutti propri del linguaggio. Le keywords sono sempre in caratteri minuscoli. Esempi:

```
reg pippo;  // reg è una keyword; pippo è
un identificatore.
input clock;  // input è una keyword,
clock è un identificatore.
```

Tipi di dati

Nets: le net rappresentano i collegamenti tra gli elementi hardware. I valori delle net sono stabiliti dalle uscite dei dispositivi a cui esse fanno capo. Le net sono dichiarate con la parola chiave *wire*. I wire sono valori a un bit, per default, a meno che siano dichiarati esplicitamente come vettori. Ad esempio:

```
wire a,b,c; // Dichiara le tre net a,b,c
wire [3:0] alfa; // Vettore a 4 bit
```

Registers: rappresentano elementi di memoria. I register mantengono un valore fino a che ne viene caricato un altro. I register non necessariamente vengono sintetizzati in latch o flip-flop, nel circuito logico reale.
Il tipo *register* viene dichiarato con la parola chiave *reg*.

Integers: sono variabili di tipo registro a lunghezza fissa. La dimensione è determinata dalla implementazione-macchina.

Vectors (vettori): sono net, o registri, a più bit di ampiezza. Il loro formato è:

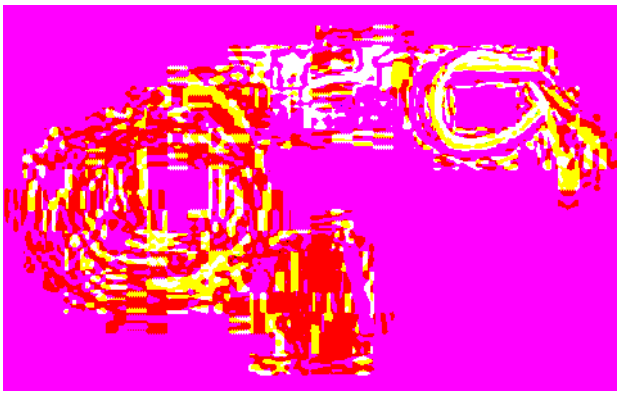


Figura 2 Prototipo dell'interfaccia jtag

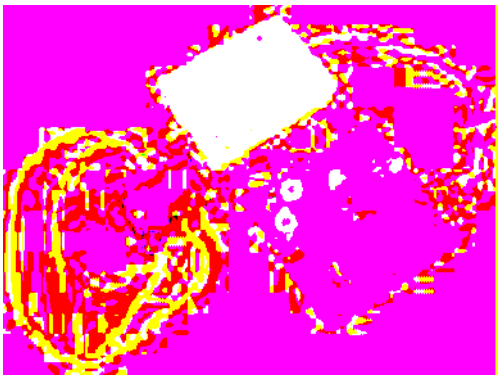


Figura 3 Collegamento dell'interfaccia alla piastrina base

radioamatore
elettronica
informatica
editoria specializzata
telecomunicazioni
radio d'epoca
surplus

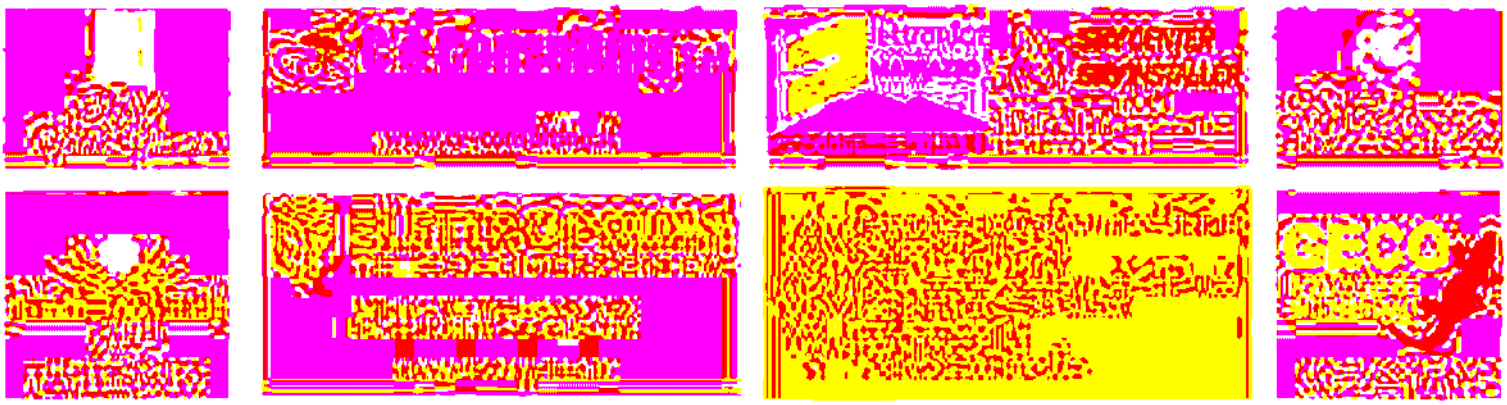
Pompei
25/26 febbraio 2006

MOSTRA MERCATO
del radioamatore
dell'elettronica
dell'informatica

CITTA DI POMPEI
COMPLESSO ESPOSITIVO AREA MEETING
INGRESSO VIA ROMA

Sabato 25 Febbraio 2006 Convegno
Casa del Pellegrino - Piazza B. Longo ore 10:00 Il Radioamatore e la Protezione Civile

Domenica 26 Febbraio 2006 Assemblea Generale Straordinaria
Casa del Pellegrino - Piazza B. Longo ore 10:00 dell'Associazione Radioamatori Italiani



```
wire (o reg) [msb:lsb] <lista di nomi>;
```

dove msb è il bit più significativo e lsb è il bit meno significativo, in decimale. Esempi:

```
wire [7:0] bus;  // indica un bus a 8-bit
reg [0:40] address;  // rappresenta un
vettore-registro da 41 bit
```

Le parti di un vettore possono essere specificate singolarmente, ad esempio in:

```
busA[7]  // identifica il bit n. 7 del
vettore busA
bus[2:0]  // rappresenta i tre bit meno
significativi del vettore bus
```

Arrays: sono consentiti per i tipi register e vector-register. Il formato è:

```
reg [<msb>:<lsb>] <array_name>[<first_ele-
ment>:<last_element>], <array_name1> . . .;
```

dove *<first_element>* è il numero del primo elemento dell'array e *<last_element>* è il numero dell'ultimo elemento dell'array, in decimale. L'ordine di *<first_element>* e *<last_element>* può essere scambiato. Arrays multidimensionali non sono permessi. Vediamo alcuni esempi di array. Dichiarazioni:

```
reg boole[31:0];  //array di 32 variabili
booleane da un bit
reg [4:0] port_id [0:7];  // array di 8
identificatori di porta, ciascuno ampio 5 bit
```

Gli array si richiamano con la sintassi:
`<array_name>[<subscript>]` dove <subscript> è l'indice dell'array. Esempio:

```
port_id[3]  // identifica il terzo elemen-
to dell'array a nome port_id.
```

Memorie: si modellano come array di registers. Ciascun elemento dell'array è una *word* e viene indirizzato da un indice (array subscript). Esempi di dichiarazioni di memorie:

```
reg mem1bit [0:1023];  // rappresenta una
memoria da 1K parole da un bit
reg [7:0] membyte [0:1023];  // memoria da
1K parole da 8 bit (byte).
```

Esempio di accesso a memoria:

```
membyte[511]  // accede alla word il cui
indirizzo è 511.
```

Costanti: Verilog ammette la definizione di costanti mediante la parola chiave **parameter**. I valori dei parameters, in sede di instanziazione di un modulo, vengono sovrascritti al momento della compilazione. Questo concetto sarà chiarito più avanti, a proposito del passaggio di parametri tra moduli. Esempi:

```
parameter port_id = 5;  // definisce la
costante port_id = 5
parameter cache_width = 256;  // definisce
la costante cache_width = 256.
```

STRUTTURA MODULARE DEI PROGRAMMI VERILOG

Sebbene l'utilizzo della entry di tipo schematico sia molto diffusa e più familiare per il disegno di schemi elettronici e di logiche programmabili, è evidente che risulta piuttosto difficile descrivere in questo modo progetti un pò più complessi. Per esempio, supponiamo di avere a disposizione un clock da 1 Mhz e di doverlo dividere per 1,048,576 (che vuol dire 2 alla 20ª potenza). Dovremmo disegnare 20 flip-flop. Non solo, ma cosa succederebbe se dovessimo modificare il clock e, ad esempio, farlo passare da 1 a 10 Mhz? Dovremmo aggiungere molti altri flip-flop, per ottenere la frequenza di uscita precedente.
Verilog si presta a descrivere una circuiteria di questo tipo in maniera compatta e a risolvere molti dei problemi che la descrizione circuitale di schematica comporta.

Sezioni principali del codice

L'entità principale nel linguaggio Verilog è il *module*. Le parti costituenti il module sono il *nome*, la descrizione delle *porte di ingresso e uscita*, la descrizione delle sue funzionalità o implementazione (*istruzioni* e *costrutti*) e le *istanze* che vengono eventualmente richiamate (figura 4).

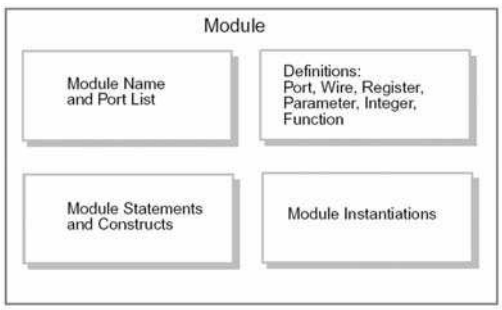


Figura 4 Parti della struttura di un module

Come esempio, consideriamo il semplice divisore di clock che segue.

Esempio 1: Divisore di frequenza

```
module clkdiv20(reset,clk,q);
  input reset,clk;
  output q;

  reg [19:0] COUNT;
  assign q = COUNT[19];

  always @(posedge clk or negedge reset)
   begin
     if (!reset)
       COUNT <= 20'b00000000000000000000;
     else
       COUNT <= COUNT + 1;
   end
endmodule
```

Analizziamo il codice. La dichiarazione di *module* ci indica che questo modulo è denominato clkdiv20 e ha tre *porte*: reset, clk e q.
Le successive due righe specificano che reset e clk sono ingressi al modulo e q ne è l'uscita.
La dichiarazione *reg* identifica un array di 20 flip flop (numerati da 0 a 19). Nel loro insieme, questi flip flop costituiscono un registro a nome COUNT.
L'istruzione *assign* specifica un'assegnazione di tipo *continuo*. È come collegare un filo: ogni volta che COUNT[19] cambia, la porta di uscita q seguirà questo cambiamento.
Il costrutto *always* specifica di eseguire le istruzioni in esso contenute ogniqualvolta viene visto un fronte positivo del clock di ingresso oppure un fronte negativo del reset.
Al reset si pone COUNT a zero, altrimenti si procede incrementando di uno il conteggio.
Così facendo, abbiamo definito un contatore a 20 bit, che mette in atto la funzione di dividere il clock di ingresso per 2^{20}.

Istanziazione di un modulo

A questo punto, del nostro modulo possiamo crearne un *simbolo* di schematica, da utilizzare in uno schema elettrico, se vogliamo. Oppure possiamo richiamare, ovvero *istanziare*, questo divisore da un altro modulo, nello specifico dal top-level:

```
module top(reset, clock, led);
  input reset, clock;
  output led;
  clkdiv20 u1(reset,clock,led);
endmodule
```

Così facendo, abbiamo definito un modulo *top* che richiama una *istanza* di clkdiv20, indicata con u1. Possiamo richiamare più volte il divisore all'interno del modulo top. Il nome con cui lo istanziamo (u1 in questo caso) è arbitrario; dobbiamo solo fare attenzione che sia univoco, altrimenti, in fase di compilazione, ci verrà segnalato un errore.
Consideriamo ora un altro esempio. Immaginiamo di avere due clock da dividere e di metterne in AND il risultato; potremo allora scrivere:

```
module top(reset, clock0, clock1, led);
  input reset, clock0, clock1;
  output led;
  wire q0, q1;
  clkdiv20 u1(reset,clock0,q0);
  clkdiv20 u2(reset,clock1,q1);
  assign led = q0 & q1;
endmodule
```

L'esempio visto mostra come richiamare due istanze di clkdiv20.
Esse si comportano allo stesso modo, ma sono completamente separate. Pensiamo al disegno hardware: possiamo inserire due chip sulla nostra pcb che fanno la stessa funzione ma sono, in pratica, entità distinte.
Questo è quanto abbiamo fatto con le istanze u1 e u2.

Modalità di passaggio dei segnali tra moduli

All'atto dell'istanziazione di un modulo, i segnali scambiati nella *port list* si possono specificare in due modi diversi, e cioè secondo la notazione *posizionale* o per *nome*.
Nella notazione posizionale i segnali vanno specificati nello stesso ordine in cui sono dichiarati all'interno del modulo che viene istanziato. Nell'esempio precedente abbiamo usato questa tecnica. Infatti, i segnali *reset,clk,q* si corrispondono (possono avere nomi diversi !) sia nel modulo:

```
module clkdiv20(reset,clk,q);
```

..che nel top

```
clkdiv20 u1(reset,clock,led);
```

L'altro modo per scambiare i segnali consiste nello specificare esplicitamente quale porta è connessa a quale terminale. Nel caso specifico, al momento dell'instanziazione dovremo scrivere:

```
clkdiv20
u1(.clock(clock),.reset(reset),.q(led));
```

Notiamo che in questo caso non è più necessario rispettare l'ordine dei segnali, essendo questi indicati esplicitamente.

Ulteriori perfezionamenti

Vi sono diversi modi per migliorare il divisore di clock che abbiamo appena sviluppato.
In primo luogo, ci si può garantire che il clock utilizzi un *global buffer*, il che migliora le performance del clock.
In questo caso specifico non sarebbe realmente necessario intervenire, perchè il software di sintesi è in grado di interpretare che il pin di clock (a cui si suppone di aver collegato l'oscillatore) utilizza un global buffer, ma è utile affrontare il discorso. Infatti, se volessimo utilizzare un segnale che Verilog non sa che sia un clock, avremmo bisogno di specificare in modo esplicito l'impiego di un buffer di clock, per evitare che il software di sintesi vi dedichi un buffer di input normale.
A seconda del dispositivo che si utilizza, potrebbe non essere possibile assegnare tale ingresso a un pin di clock dedicato.
Come si fa allora ? Si inserisce un vincolo (un *constraint*) nel codice sorgente, cioè un componente buffer globale BUFG. Così, l'esempio del divisore diventa:

```
module clkdiv20(reset,clk,q);
  input clk,reset;
  output q;
  wire iclk;
  reg [19:0] COUNT;
  assign q=COUNT[19];
  BUFG clkbuf ( iclk,clk );
  always @(posedge iclk or negedge reset)
   begin
     if (!reset)
       COUNT <= 20'b00000000000000000000;
     else
       COUNT <= COUNT + 1;
   end
endmodule
```

Ora siamo garantiti del fatto che il clock passa attraverso un buffer globale BUFG, chiamato clkbuf.

Passaggio di parametri

A questo punto una domanda che può sorgere è: come fare per modificare la dimensione in bit del divisore? Naturalmente, la via più semplice consisterebbe nel sostituire manualmente il "19" con un altro numero, ma se avessimo bisogno di più divisori di diversa ampiezza, questo ci costringerebbe a replicare più volte il codice, creando svariati moduli molto simili tra loro e con nomi differenti.

Modulo clkdiv

Possiamo evitare tutto ciò se ci sforziamo di *parametrizzare* le funzioni svolte dai moduli. Seguendo questa strada, il codice del nostro divisore, che ora possiamo rinominare unicamente *clkdiv*, diventa:

```
module clkdiv(reset,clk,q);
  input clk,reset;
  output q;
  wire iclk;
  parameter BITS=20;
  reg [BITS-1:0] COUNT;
  assign q=COUNT[BITS-1];
  BUFG clkbuf ( iclk,clk );
  integer I;
  always @(posedge iclk or negedge reset)
  begin
    if (!reset)
      for (I = 0;I < BITS; I = I+1)
        COUNT[I] <= 1'b0;
      else
        COUNT <= COUNT + 1;
  end
endmodule
```

Così facendo, nel momento in cui lo istanziamo, possiamo stabilire l'ampiezza del divisore passando un *parametro* che corrisponde a BITS. Per default (cioè se non specifichiamo alcun para-

metro), l'ampiezza del divisore si assume di 20 bit. È inoltre evidente la praticità del loop di inizializzazione a zero del vettore COUNT, per mezzo dell'indice I, che Verilog consente di fare in modo C-like. Nell'esempio seguente riportiamo la sintassi per istanziare dal livello top il modulo clkdiv con parametro BITS=16:

```
module top (reset,clk,led);
  input clk;
  output led;
  wire q;
  clkdiv #(16) u1(reset,clk,q);
endmodule
```

MODELLAZIONE DI CIRCUITI LOGICI SINCRONI E ASINCRONI

Esempio 1: Contatore up/down con preload

Quando si parla di logica *sincrona* si intende che gli eventi siano sincronizzati con un clock.
Un tipico caso è quello del contatore sincrono. L'esempio che segue mostra un contatore up-down veloce.
Il processo di Fitter implementa i contatori per mezzo di registri di tipo D o T, per minimizzare i termini di prodotto utilizzati.

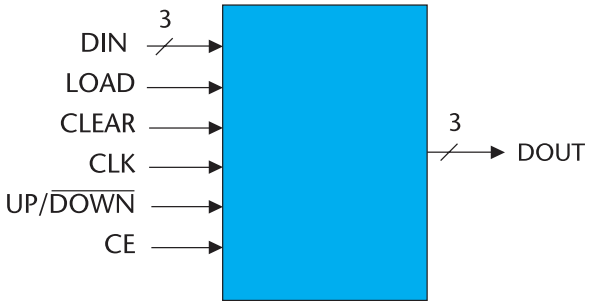


Figura 5 Contatore up-down

```
module counter_ud
(CLK,CLEAR,LOAD,DIN,CE,UP,DOUT);
  // I/O
  input CLK,CLEAR,LOAD,CE,UP;
  input [2:0] DIN;
  output [2:0] DOUT;
  // Registri interni
  reg [2:0] COUNT;
  // Implementazione
  always @(posedge CLK or posedge CLEAR)
  begin
    if (CLEAR)
      COUNT=3'b000;
```


27a MOSTRA REGIONALE DELL'ELETTRONICA
18-19 FEBBRAIO 2006
SCANDIANO (RE)
MOSTRA ELETTRONICA
SCANDIANO 2006
con il patrocinio di A.R.I. sez. Reggio Emilia
comune di scandiano
componentistica / computer / hi-fi car
telefonia / radiantismo CB e OM
videoregistrazione
mercatino delle pulci radioamatoriali
CENTRO FIERISTICO SCANDIANO
Tel. 0522.857436 www.fierascandiano.it
orari: sabato 18 dalle 9.00 alle 18.30
domenica 19 dalle 9.00 alle 18.00
Codice MIP 247089

```
      else
      begin
        if(LOAD)
          COUNT = DIN;
        else
        begin
          if (CE)
          begin
            if (UP) //Up Counter
              COUNT=COUNT+1;
            else
              COUNT=COUNT-1; //Down Counter
          end//if
        end//else
      end//if
    end
  assign DOUT = COUNT;
  endmodule
```

L'incremento e il decremento sincroni vengono realizzati con gli operatori aritmetici "+" e "-".

Esempio 2: Contatore asincrono

Nei *contatori asincroni*, tradotti con *ripple counters*, le uscite non cambiano in modo sincrono con un clock. La funzione di ciascun flip-flop è, in questo caso, di dividere il segnale per due. Nella implementazione che presentiamo vengono utilizzati 5 registri, chiamati Div2, Div4, Div8, Div16 e Y. L'esempio di seguito riportato rappresenta un divisore per 16 che utilizza un approccio asincrono (di tipo ripple), tranne che per lo stadio finale. È composto di quattro stadi, ciascuno contenente un flip-flop di tipo D. Le uscite Q negate dei flip-flop sono collegate in feedback verso gli ingressi. Il quinto flip-flop viene utilizzato per sincronizzare il clock diviso per 16 (*Div16*) al clock sorgente (*Clock*).

```
module async_cntr (Clock, Reset, Y);
  // I/O
  input Clock, Reset;
  output Y;
  reg Y;
  // Registri interni
  reg Div2, Div4, Div8, Div16;
  // Implementazione
  always @(posedge Clock or negedge Reset)
  begin
     if (!Reset)
        Div2 = 0;
     else
        Div2 = ~Div2;
  end
  always @(posedge Div2 or negedge Reset)
  begin
     if(!Reset)
        Div4 = 0;
     else
        Div4 = ~Div4;
  end
  always @(posedge Div4 or negedge Reset)
  begin
     if (!Reset)
        Div8 = 0;
     else
        Div8 = ~Div8;
  end
  always @(posedge Div8 or negedge Reset)
  begin
     if (!Reset)
        Div16 = 0;
     else
        Div16 = ~Div16;
  end
  // Risincronizzazione sul clock
  always @(posedge Clock or negedge Reset)
  begin
     if (!Reset)
        Y=0;
     else
        Y=Div16;
  end
endmodule
```

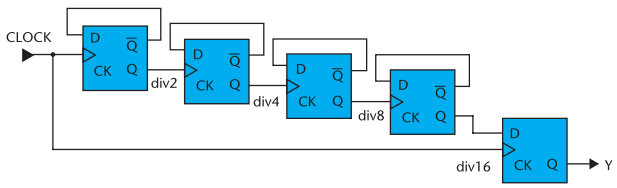


Figura 6 Schema a blocchi del contatore asincrono

Esempio 3: Decodifica indirizzi

Quello che vediamo ora è un esempio di decodifica a 4 bit di indirizzo, per selezionare segmenti di memoria. Supponiamo che la mappa di indirizzamento da soddisfare sia quella di figura 7.

La mappa è suddivisa in quattro settori; occorre quindi fornire 4 uscite di abilitazione, una per ciascun settore di memoria.
Riportiamo due modi per realizzare questa funzione: il primo utilizza l'istruzione *if*, mentre il secondo impiega l'istruzione *case*.
Entrambi modellano correttamente il circuito e vengono interpretati allo stesso modo dal tool di sintesi.

Figura 7 *Mappa della decodifica indirizzi*

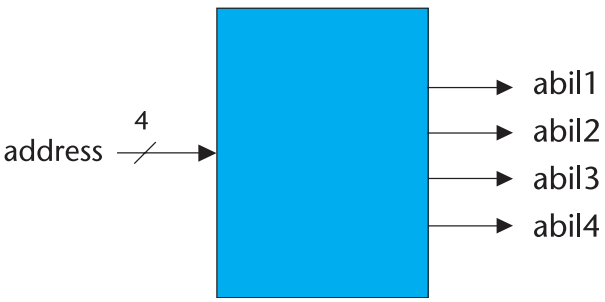


Figura 8 *Schema a blocchi dell'address decoder*

```
module addr_dec (address, abil1, abil2,
abil3, abil4);
  // I/O
  input [3:0] address;
  output abil1, abil2, abil3, abil4;
  reg abil1, abil2, abil3, abil4;

  // Implementazione
  //  A. Con l'istruzione if
  always @(address)
  begin
    // primo settore
    if (address >=0 && address <=3)
      abil1=1;
    else
      abil1=0;
    // secondo settore
    if (address >=4 && address <= 7)
      abil2=1;
    else
      abil2=0;
    // terzo settore
    if (address >=8 && address <=11)
      abil3=1;
    else
      abil3=0;
    // quarto settore
    if (address >=12 && address <=15)
      abil4=1;
    else
      abil4=0;
  end

  //  B. Con l'istruzione case
  always @(address)
  begin
    abil1 = 0;
    abil2 = 0;
    abil3 = 0;
    abil4 = 0;
    case(address)
      // primo settore
      0,1,2,3: abil1 = 1;
      // secondo settore
      4,5,6,7: abil2 = 1;
      // terzo settore
      8,9,10,11: abil3 = 1;
      // quarto settore
      12,13,14,15:  abil4 = 1;
    endcase
  end

endmodule
```

PROSSIMAMENTE

Nella prossima puntata verrà presentato un modulo di espansione con display a quattro cifre. Tratteremo inoltre il tema dei vincoli di progetto e infine realizzeremo un paio di progetti: un cronometro e un misuratore di intervalli di tempo.

Codice MIP 247082

Seconda parte
n° 245 - Novembre 2005
ISIS - Creazione dei componenti ed editing avanzato
Terza parte
n° 246 - Dicembre 2005
ARES - Tecniche di base per il piazzamento e lo sbroglio di PCB
Quarta parte
n° 247 - Gennaio 2005
Simulazione interattiva e grafica

Usare PROTEUS

Mediante un semplice progetto, vedremo come condurre una simulazione interattiva usando Proteus VSM. Pur concentrandoci sull'uso dei Componenti Attivi (Active Components) e sulle possibilità di debugging dell'ambiente ISIS di Proteus VSM, dimostreremo anche i concetti basilari utili per il disegno e la gestione dei circuiti all'interno dell'Editor di ISIS. Il circuito che useremo utilizza un microcontrollore PIC16F84 per la simulazione di una coppia di semafori per il controllo del traffico stradale.

A scopo didattico disegneremo tale circuito partendo da zero (figura 1), tuttavia esso è disponibile nella directory "Samples\Tutorials\Traffic.DSN", presente nella vostra installazione di Proteus.
Gli utenti già esperti con le procedure generali di disegno in ambiente ISIS possono tralasciare questa parte, iniziando direttamente dalla sezione di programmazione del microcontrollore. Si noti, comunque, che l'esempio di programma fornito contiene al suo interno un errore intenzionale, che ci darà l'opportunità di spiegare le tecniche di debugging in Proteus VSM.
Se non avete molta dimestichezza con ISIS, tenete sottomano le prime due puntate di "USARE PROTEUS" (Fare Elettronica 244 e 245).

DISEGNO DEL CIRCUITO

Posizionamento dei Componenti

Iniziamo col posizione in un nuovo circuito i due semafori ed il PIC16F84. Iniziate quindi un nuovo progetto e selezionate l'icona "Component" (tutte le icone hanno sia la descrizione breve che una guida sensibile al contesto). Cliccate, quindi, con il pulsante sinistro del mouse sulla lettera "P" dell'*Object Selector* (potete anche premere il tasto P sulla vostra tastiera). Tale operazione ha come effetto la visualizzazione della finestra di dialogo "Pick Devices".
I componenti attivi che rappresentano i semafori possono essere trovati nella categoria Miscellaneus ed il microcontrollore PIC nella categoria Microprocessor ICs, sottocategoria PIC16. Selezionate il componente voluto ed eseguite un doppio click su di esso: con questa operazione avete prelevato un componente dalla libreria che sarà elencato nell'*Object Selector*.
Una volta prelevati i componenti necessari, cioè, TRAFFIC LIGHTS e PIC16F84, chiudete la finestra di dialogo Pick Devices e selezionate il componente PIC16F84A da inserire nello schema elettrico, cliccando una prima volta con il tasto sinistro del mouse sul componente stesso elencato nell'*Object Selector*. Nella finestra di anteprima apparirà un'anteprima del PIC.
Cliccate ora, ancora una volta con il pulsante sinistro del mouse, nel punto del disegno dove volete che appaia il componente precedentemente selezionato. Ripetete l'operazione in maniera tale da inserire nel disegno anche i due semafori.

Spostamento e Orientamento

Ora che abbiamo i componenti nello schema possiamo posizionarli meglio in modo da adattarne la posizione e l'orientamento così come mostrati nel circuito in figura 1. Per

Simulazione interattiva e grafica

di Maurizio Del Corso

spostare un componente, cliccate una sola volta su di esso con il pulsante destro del mouse e, quindi, cliccate una seconda volta con il pulsante sinistro e, tenendolo premuto, trascinate il componente nella posizione desiderata. In realtà sarà trascinato il solo contorno del componente ma quando siete soddisfatti della posizione, lasciate il pulsante sinistro ed il componente apparirà nella nuova posizione.
Notate che il componente è ancora selezionato (contorni colorati in rosso). Potete cliccare con il pulsante destro del mouse in un'area vuota del disegno perché il componente ritorni al suo normale stato.
Per orientare un componente selezionatelo ancora una volta cliccando su di esso con il tasto destro del mouse e selezionate una delle icone "*Rotation icons*". In questo modo cambierà l'orientamento del componente in passi progressivi di 90°. Spostate ed orientate i componenti riferendovi allo schema elettrico in figura 1.

Ingrandimento e Snapping

Per cablare lo schema è utile acquisire un po' di pratica su come ingrandire particolari aree del disegno.
Premendo il tasto F6, verrà ingrandita l'area del disegno attorno la posizione corrente del mouse.
In alternativa, tenendo premuto il tasto Shift e disegnando un rettangolo di selezione con il pulsante sinistro del mouse premuto, sarà ingrandita l'area all'interno della selezione.
Per rimpicciolire l'area, potete sia premere il tasto F7 oppure, se desiderate vedere tutta l'area del foglio, premete il tasto F8.
Comandi corrispondenti sono comunque accessibili tramite il menu *Visualizza*.
ISIS possiede una potentissima funzione chiamata "*Snapping in tempo reale*": quando il puntatore del mouse si posiziona nelle immediate vicinanze di un pin o di una connessione, il cursore si "aggancia" a questi oggetti.
Questa funzione è accessibile nel Menu *Strumenti* ed è abilitata per default.

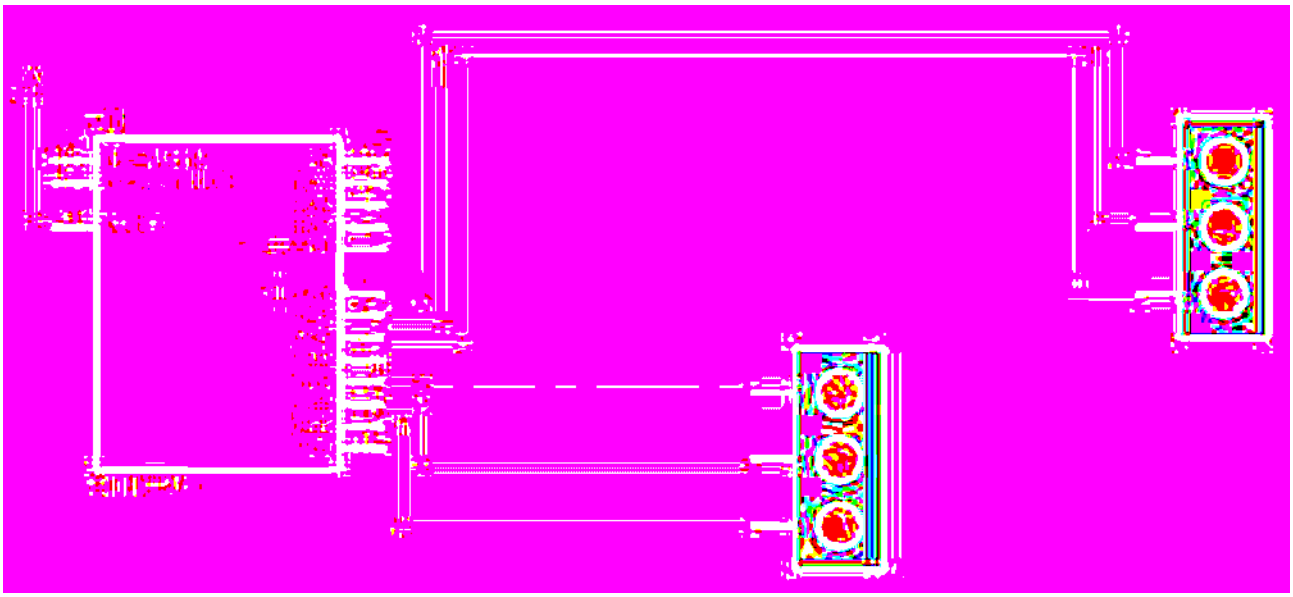


Figura 1 *L'oggetto della simulazione*

Connessioni elettriche

La funzione Wire Auto Router è il modo più agevole per creare le connessioni del circuito. Ingrandite l'area attorno al PIC in modo che i pin del microcontrollore siano agevolmente visibili, quindi posizionate il puntatore del mouse sul pin 6 (RB0/INT). Dovreste vedere, a questo punto, una piccola x sulla freccetta del mouse.
Ciò indica che il mouse è nella corretta posizione per collegare tale pin. Cliccate con il tasto sinistro del mouse per iniziare la connessione e quindi spostatevi con il cursore del mouse sul pin dell'indicatore rosso di uno dei semafori da collegare. Quando siete in prossimità di questo secondo pin, noterete ancora una volta la piccola x sulla freccetta del mouse; cliccate il pulsante sinistro del mouse per completare la connessione dei due pin. Ripetere la procedura per collegare entrambi i semafori così come indicato nello schema in figura 1. Riguardo la procedura di connessione ci sono alcuni punti che meritano di essere evidenziati:

- Potete cablare un filo in qualsiasi modalità - ISIS è sufficientemente intelligente da determinare ciò che state facendo.
- Quando abilitata, la funzione di Wire Autorouter permette di aggirare gli ostacoli trovando il percorso più coerente. Ciò significa che, in generale, sarà sufficiente cliccare il pulsante sinistro del mouse sui due pin da collegare per ultimarne, il più delle volte in modo soddisfacente, la connessione.
- ISIS farà scorrere lo schermo in modo automatico durante il piazzamento della connessione. Ciò accade quando il cursore del mouse è ai limiti dell'area di editing. Ciò significa anche che è possibile ingrandire lo schema per una visione agevolata delle parti, a patto che conosciate la posizione approssimativa del pin da collegare. In alternativa potete ingrandire e rimpicciolire lo schema mentre lo cablate usando i tasti F6 e F7 rispettivamente.

Infine, dobbiamo collegare il pin 4 del PIC ad un terminale di alimentazione. Selezionate l'icona *Terminals* e selezionate l'oggetto "POWER" nell'*Object Selector*. Per posizionare sullo schema il terminale cliccate con il tasto sinistro del mouse in prossimità del PIC. Selezionate l'orientamento più consono e collegate il terminale al pin 4 utilizzando la stessa tecnica vista in precedenza. A questo punto, vi consigliamo di caricare il circuito nella versione completa.
Ciò eviterà qualsiasi confusione derivante dalle differenze esistenti tra quello disegnato da noi e il vostro! Inoltre, se state eseguendo la versione demo di Proteus, dovete utilizzare la versione già configurata per ottenere il risultato desiderato.

SCRITTURA DEL PROGRAMMA

Listato del Sorgente

Per il presente articolo verrà utilizzato il programma, Listato 1, che vi permetterà di comandare attraverso il PIC i due semafori. Il programma è disponibile nel file TL.ASM e può essere ritrovato nella directory "Samples\Tutorials".
Come già anticipato, è stato deliberatamente introdotto un errore logico nel programma, ma su questo ci torneremo più avanti.

Collegamento di un File Sorgente

Il passo successivo sarà quello di collegare un programma al vostro progetto in modo da simularne i comportamenti che avrebbe nella realtà. Facciamo questo per mezzo dei comandi presenti del menu *Sorgenti*. Aprite quindi tale menu e selezionate l'opzione *Aggiungi/Rimuovi File Sorgente*. Cliccate il pulsante Nuovo, e scorrendo fino alla directory "Samples\Tutorials", selezionate il file TL.ASM. Cliccando su *Apri* il file apparirà nel campo *Nome File Sorgente*.
Selezioniamo ora il programma assemblatore che genererà il codice oggetto dal file. Per i nostri scopi il programma MPASM è più che sufficiente. MPASM è disponibile e già selezionato per lo scopo nel box di selezione "*Strumento Di Generazione Codice*" (se volete utilizzare un diverso assemblatore o compilatore dovrete prima registrarlo usando l'opzione *Definisci Strumento Di Generazione Codice*).
Infine dobbiamo specificare il nome del file oggetto che sarà caricato nella memoria del nostro PIC per la simulazione. Nell'esempio esso è tl.hex (il file hex è prodotto da MPASM contestualmente al processo di assemblaggio del file sorgente tl.asm).
Per collegare tale file al processore, selezionate il componente PIC cliccandovi con il pulsante

Listato 1

```
            LIST     p=16F84 ; PIC16F844 is the target processor
            #include "P16F84.INC" ; Include header file
            CBLOCK 0x10    ; Temporary storage
               state
               l1,l2
            ENDC
            org      0                  ; Start up vector.
            goto     setports          ; Go to start up code.
            org      4                  ; Interrupt vector.
halt        goto     halt              ; Sit in endless loop and do nothing.
setports    clrw                       ; Zero in to W.
            movwf    PORTA             ; Ensure PORTA is zero before we enable it.
            movwf    PORTB             ; Ensure PORTB is zero before we enable it.
            bsf      STATUS,RP0        ; Select Bank 1
            clrw                       ; Mask for all bits as outputs.
            movwf    TRISB             ; Set TRISB register.
            bcf      STATUS,RP0        ; Reselect Bank 0.
initialise clrw                        ; Initial state.
            movwf    state             ; Set it.
loop        call     getmask           ; Convert state to bitmask.
            movwf    PORTB             ; Write it to port.
            incf     state,W           ; Increment state in to W.
            andlw    0x04              ; Wrap it around.
            movwf    state             ; Put it back in to memory.
            call     wait              ; Wait :-)
            goto     loop              ; And loop :-)
            ; Function to return bitmask for output port for current state.
            ; The top nibble contains the bits for one set of lights and the
            ; lower nibble the bits for the other set. Bit 1 is red, 2 is amber
            ; and bit three is green. Bit four is not used.
getmask     movf     state,W           ; Get state in to W.
```

```
            addwf   PCL,F           ; Add offset in W to PCL to calc. goto.
            retlw   0x41            ; state==0 is Green and Red.
            retlw   0x23            ; state==1 is Amber and Red/Amber
            retlw   0x14            ; state==3 is Red   and Green
            retlw   0x32            ; state==4 is Red/Amber and Amber.
            ; Function using two loops to achieve a delay.
wait        movlw   5
            movwf   l1
w1          call    wait2
            decfsz  l1
            goto    w1
            return
wait2       clrf    l2
w2          decfsz  l2
            goto    w2
            return
            END
```

destro del mouse ed infine cliccate con il pulsante sinistro sulla stessa parte. Ciò farà aprire la finestra di dialogo *Modifica Componente* che contiene un campo proprietà denominato *Program File*. Se questa proprietà non fosse ancora definita come tl.hex occorre immettere manualmente il nome del file, oppure, cliccando su "?" e scorrendo l'albero della directory fino a confermare la scelta.
Premete Ok quando terminato.
Con questa operazione abbiamo collegato il file sorgente ed indicato quale programma sarà usato per la generazione del codice oggetto.

DEBUGGING DEL PROGRAMMA

Simulazione del Circuito

Allo scopo di simulare il circuito cliccate il pulsante *Play* posto sul pannello di animazione in basso a sinistra. La barra di stato dovrebbe fornire l'indicazione temporale della simulazione. Osservate anche che uno dei due semafori è acceso sul verde mentre l'altro risulta rosso. Tuttavia noterete che i due semafori non cambiano di stato. Ciò è dovuto all'errore introdotto deliberatamente nel codice, pertanto il prossimo passo sarà quello di provare ad isolare il problema eseguendo il debug del codice sorgente.

Modalità di Debugging

Assicuriamoci di entrare in modo corretto nella modalità di debug. Fermiamo la simulazione in corso ed entriamo nella modalità di debug premendo la combinazione dei tasti CTRL+F12. Dovrebbero apparire due finestre: la prima con i contenuti dei registri interni del PIC e la seconda contenente il codice sorgente del programma.
Entrambe le finestre possono essere attivate dal menu *Debug*. Da tale menu attiviamo anche la finestra *Watch Window* con la quale possiamo monitorare i cambiamenti della variabile di stato.
Concentriamoci ora sulla finestra del codice sorgente, osservando la freccetta rossa a sinistra del codice. Questa, insieme alla linea di codice evidenziata, rappresenta la posizione attuale del contatore di programma. Per impostare un breakpoint sulla linea evidenziata del codice premete F9. Se volete cancellarlo, ponetevi sulla linea che ha il breakpoint attivo e premete nuovamente F9.

Impostazione di un Breakpoint

Se osserviamo il codice, possiamo facilmente notare che esso è costituito da un ciclo ripetitivo. È quindi una buona idea porre un breakpoint all'inizio di questo ciclo. Evidenziate la linea di codice mediante il mouse (all'indirizzo 000E) e quindi premete F9. Premete ora il tasto F12 per eseguire il codice. La barra di stato indica che è stato raggiunto un breakpoint e a quale indirizzo del contatore di programma (PC) esso corrisponde.

I CD-ROM di Fare Elettronica

Annata 2005

11 Uscite di Fare Elettronica in 1 CD-ROM!

Un'annata completa in formato ACROBAT (PDF).

Potrai sfogliare comodamente tutte le riviste uscite nel 2005 e stampare gli articoli di tuo interesse.

Il CD-ROM contiene anche software, codice sorgente, circuiti stampati e tutto il materiale necessario per la realizzazione dei progetti proposti.

Annata 2003 e 2004

22 Uscite di Fare Elettronica in 2 CD-ROM!

Due annate complete in formato ACROBAT (PDF).

Potrai sfogliare comodamente tutte le riviste uscite nel 2003 e nel 2004 e stampare gli articoli di tuo interesse.

I CD delle annate sono acquistabili separatamente oppure insieme ad un prezzo scontato.

PIC® Microcontroller By Example

Il corso completo PIC® Microcontroller By Example in formato ACROBAT (PDF)

Tutte le lezioni pronte per la consultazione con i sorgenti dei progetti immediatamente utilizzabili nelle tue applicazioni.

Il modo migliore per avere sempre sottomano la soluzione per il tuo progetto con i **PICmicro®**.

Il **CD-ROM PIC® Microcontroller By Example** contiene una sezione "Contenuti Speciali" tutta da scoprire.

Tutto sulle Smartcard

La raccolta completa degli articoli sulle smartcard in formato ACROBAT (PDF)

Gli articoli, i progetti e i download relativi agli articoli sulle Smartcard in un unico CD-ROM pronto da consultare ed utilizzare.

Contiene i progetti completi del lettore di smartcard **UniReader** e del **SimCopier** per duplicare il contenuto della rubrica della vostra Sim card.

Ordinali subito su www.fareelettronica.com oppure telefona allo 02 66504794

Inware Edizioni - Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)

Possiamo controllare che tale indirizzo corrisponde effettivamente al primo breakpoint che abbiamo impostato.
Tramite il menu *Debug* sono accessibili diverse opzioni, comunque useremo F11 che ci permette di seguire il codice passo-passo.
Premendo quindi il tasto F11, noterete che la freccia rossa si sposta sull'istruzione successiva del programma. Abbiamo in effetti eseguito l'istruzione "clrw" e poi ci siamo fermati. Possiamo verificare che il registro W, nella finestra *Registers*, è stato azzerato.

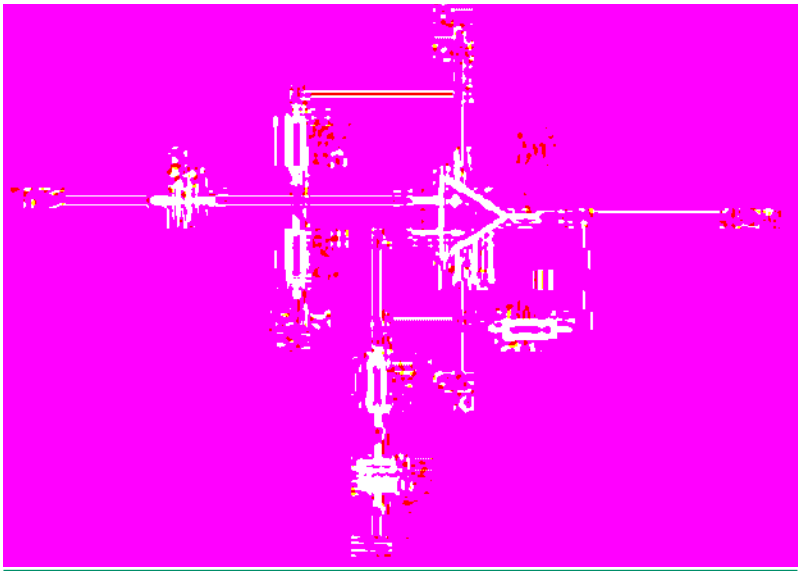


Figura 2 *Circuito amplificatore per la simulazione grafica*

Lo scopo della fase di debugging è in realtà quello di determinare ciò che ci si aspetterebbe il programma faccia in ciascuna delle istruzioni eseguite. Ad esempio, l'istruzione successiva dovrebbe spostare i contenuti del registro "w" sulla PORT A, in modo che se w è 0 la PORT A è azzerata. Eseguendo l'istruzione passo-passo si osserva in effetti che questo si verifica. Continuando in tal modo fino al secondo breakpoint dovremmo vedere che entrambe le porte sono state azzerate e poste come output così come impostato nel registro TRISB e che la variabile di stato è correttamente impostata a 0.
Dato che a questo indirizzo corrisponde una chiamata di funzione potremmo essere interessati alla funzione *Stepping Over* (la funzione viene eseguita interamente e quindi in contatore di programma passa all'istruzione successiva la chiamata stessa) ma, per completezza, eseguiremo la funzione passo-passo di ciascuna istruzione anche all'interno della funzione. Premendo quindi F11 il contatore di programma sarà trasferito alla prima istruzione della funzione *getmask*. Avanzando passo-passo, vediamo che l'operazione di spostamento è corretta e che il giusto valore di offset è addizionato in modo da indirizzare nel modo corretto la tabella di lookup. Ciò significa che la funzione ritorna il giusto valore al programma chiamante.
Continuando l'analisi passo-passo possiamo osservare che il valore ritornato è correttamente scritto sulla porta e che la variabile di stato è incrementata correttamente. Ciò si evidenzia tramite la finestra *Register* dove il valore del registro W è incrementato di 1.
Continuando ad avanzare passo-passo, arriviamo all'istruzione che azzera lo stato quando il suo valore risulta maggiore di 3. Ciò, come si può osservare nella finestra *Watch*, non avviene. Lo stato della variabile dovrebbe essere incrementato di 1 per assicurare la corretta operazione alla prossima esecuzione del ciclo.

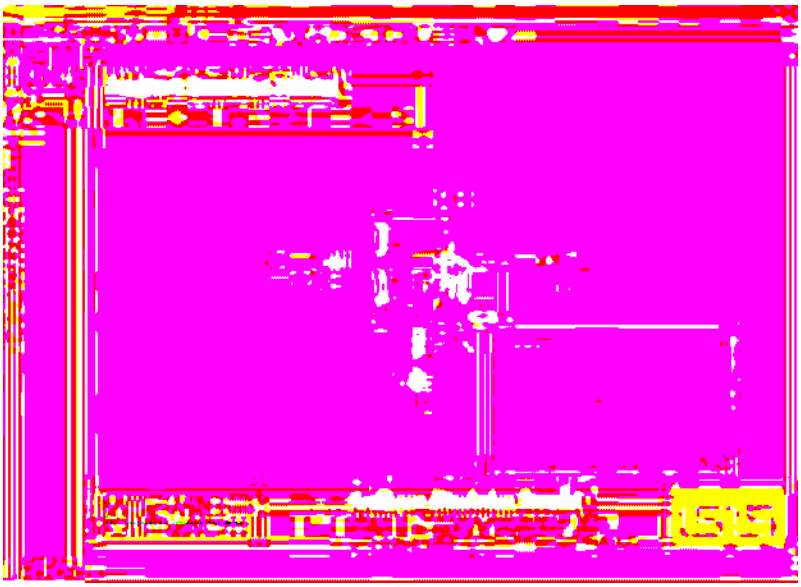


Figura 3 *La simulazione grafica con Proteus*

Errore trovato!

Un'attenta analisi rivela che il problema è causato proprio dall'aver usato un valore di 4 per l'operazione di AND anziché il valore corretto di 3. Noi volevamo ottenere i quattro stati 0,1,2 e 3 ma ciascuno di questi stati posti in AND con il valore 4 fornisce il risultato logico di 0. Questo era, in definitiva, il motivo per cui i semafori non cambiavano di stato. La soluzione è ovviamente quella di cambiare il parametro 4 dell'istruzione AND con il valore di 3.
Ciò determinerà l'incremento dello stato fino a valore 3, ma quando il registro W avrà raggiunto il valore 4 esso sarà riportato a 0. Una soluzione alternativa nel codice sarebbe stata quella di provare il valore di W ponendolo a 0 quando questo diventa 4.

LA SIMULAZIONE GRAFICA

Introduzione

Vediamo anche come eseguire una simulazione grafica di un semplice circuito amplificatore, ed in particolare:

- Come posizionare un grafico, le sonde (probe) e i generatori.
- Come eseguire la simulazione.
- Come usare i grafici per visualizzare i risultati ed ottenere le misure.
- L'esame di qualche tipo di analisi disponibile.

Come iniziare

Il circuito che proponiamo per la simulazione è un amplificatore audio che utilizza l'operazionale 741, così come mostrato in figura 2. In tale configurazione (non propriamente usuale) il 741 è alimentato con singola alimentazione. Le resistenze di retroazione R3 ed R4 impostano il guadagno dello stadio a circa 10. I componenti R1, R2 forniscono una tensione di polarizzazione (pari alla metà della tensione di alimentazione) all'ingresso non invertente il quale a sua volta, tramite C1 è disaccoppiato dal segnale d'ingresso.
Di norma eseguiremo l'analisi del transitorio di

un tale circuito che fornisce una quantità di utili informazioni. Alla fine della simulazione tramite l'analisi del transitorio, daremo uno sguardo anche agli altri tipi di analisi per confrontarle tra loro.
Se lo desiderate potete disegnare voi stessi il circuito oppure caricare il circuito già pronto dalla directory "Samples\Tutorials\ASIMTUT1.DSN" (figura 3).

Generatori

Per provare un circuito abbiamo bisogno di un generatore adatto. Per il nostro circuito, useremo un generatore di tensione con una forma d'onda quadra, useremo quindi un oggetto *generatore* per generare il segnale richiesto.
Per inserire un generatore, clicchiamo sull'icona *Generatore* e quindi, dalla lista di generatori che appare, scegliamo il tipo *Pulse*. Spostiamo il cursore del mouse sul disegno, precisamente sulla connessione a destra del terminale IN. Infine, clicchiamo con il pulsante sinistro del mouse.
Un generatore è del tutto simile agli altri oggetti di ISIS: si applicano le stesse procedure viste in precedenza per l'anteprima del componente, l'orientamento prima del posizionamento e l'editing, spostamento o cancellazione.
I generatori possono essere quindi posizionati e connessi esattamente come abbiamo fatto per le connessioni già esistenti. Se trascinate un generatore lontano da una connessione, ISIS assume che volete staccarlo dalla stessa e quindi non trascina la connessione stessa come avviene invece per i componenti.
Notate come al generatore viene assegnato automaticamente un nome di riferimento, ovvero quello del terminale IN. Dovunque sia connesso un generatore, ad esso è automaticamente assegnato il nome della connessione a cui è collegato. Nel caso la connessione non abbia nome, al generatore è assegnato il nome del pin più vicino.
Possiamo infine editare il generatore per definire la forma dell'impulso desiderato. Per editare un generatore, occorre selezionarlo cliccandovi sopra con il pulsante destro del mouse, quindi cliccare una seconda volta con il pulsante sinistro: ciò farà apparire la finestra di dialogo *Edit Generator*. Selezionare il campo *High Voltage* ed immettere un valore di 10mV. Impostare allo stesso modo una larghezza di impulso di 0.5s nel campo *pulse width*.
Premete OK per accettare le modifiche.

Sonde (Probes)

Dopo la definizione del segnale di ingresso, dobbiamo definire il punto da monitorare utilizzando una sonda. Il punto più logico da monitorare è l'uscita dell'amplificatore, ma anche l'ingresso non invertente dell'operazionale potrebbe essere interessante. Se serve, possono essere aggiunti quante sonde è necessario nei punti chiave del circuito e la simulazione ripetuta.
Per posizionare una sonda, cliccate sull'icona *Sonda di Tensione* (non selezionate una sonda di corrente, Tali sonde le vedremo in seguito). Le sonde possono essere poste direttamente su connessioni preesistenti, oppure poste nel disegno e connesse allo stesso modo dei generatori. Spostate quindi il puntatore del mouse sul disegno a sinistra del pin 3 di U1 e, infine, cliccate con il pulsante sinistro del mouse sulla connessione che va dal pin 3 ad R1 ed R2.
Assicuratevi di aver posto la sonda sulla connessione; la sonda non può essere posta sul pin. Notate che, se l'operazione è andata a buon fine, la sonda prende il nome del dispositivo più vicino.
Ora ponete una seconda sonda sulla connessione tra il nodo a cui è collegata R1 e il terminale OUT.
Una sonda è del tutto simile agli altri oggetti di ISIS, si applicano le stesse procedure viste in precedenza per l'anteprima, l'orientamento prima del posizionamento e l'editing, spostamento o cancellazione. Le sonde possono essere editate per modificarne il nome. I nomi assegnati automaticamente sono soddisfacenti nel nostro caso, ma è buona norma è etichettare le sonde in modo mnemonico a seconda della sezione di circuito che vogliamo monitorare.
Ora che abbiamo impostato il circuito per la simulazione, abbiamo bisogno di posizionare un grafico per visualizzare i risultati dell'analisi.

Grafici

I grafici giocano un ruolo importate nella simulazione: essi non sono solo un mezzo per visua-

Conoscere ed usare

INWARE EDIZIONI

"Conoscere ed usare" è la nuova collana di libri edita da Inware Edizioni, dedicati a chi intende utilizzare dispositivi e componenti elettronici di nuova concezione, per conoscerli ed usarli nel modo più semplice e veloce possibile mediante numerosi esempi pratici.

Display LCD

Una guida all'utilizzo dei moduli alfanumerici basati sul controller HD44780, moduli grafici con controller KS0108 e non solo. Il testo tratta anche i display LED a sette segmenti e i display LCD passivi. Numerosi gli esempi pratici di impiego dei vari dispositivi: dal contatore a 7 segmenti al termometro LCD fino al pilotaggio dei moduli alfanumerici mediante PICmicro e PC.

COD. FE-06
€ 16,50

PICmicro™

Per conoscere a fondo i PICmicro seguendo un percorso estremamente pratico e stimolante. Vengono analizzate la struttura interna, le porte di I/O, le tecniche di uso del Watchdog Timer, la gestione della EEPROM interna e molti altri argomenti attraverso montaggi pratici e semplici da realizzare. Il testo descrive l'uso di MPLAB®, l'ambiente di sviluppo Microchip per la gestione dei progetti basati su PICmicro e descrive, in maniera approfondita, tutte le istruzioni assembler e molte delle direttive del compilatore. Al testo è allegato un utilissimo CDROM che, oltre ai sorgenti e gli schemi dei progetti presentati nel testo, contiene moltissimi programmi di utilità e molta documentazione.

COD. FE-18
€ 29,00 (contiene CD-ROM)

Acquista direttamente sul sito
www.farelettronica.com
o telefona al numero
02.66504794

lizzare i risultati ma identificano anche il tipo di analisi da eseguire. Posizionando più grafici ed indicando il tipo di dati che ci attendiamo di vedere sul grafico stesso (digitali, tensioni, impedenze) ISIS riconosce il tipo di simulazione da eseguire e quale parte di circuito deve essere incluso nella simulazione. Per l'analisi del transitorio avremo bisogno di un grafico Analogue.
Il termine *Analogue*, invece di quello più generico di transient è utilizzato per distinguerlo dal grafico *Digital* che è usato per visualizzare risultati provenienti da circuiti digitali, pur essendo una modalità specifica di analisi del transitorio.
Entrambe le modalità di analisi transitoria, Analogue e Digital possono essere visualizzate sugli stessi assi usando un grafico *Mixed*. (modo misto Analogico/Digitale).
Per posizionare un grafico, selezionate l'icona *Grafico Di Simulazione*: nell'elenco degli oggetti apparirà la lista di grafici disponibili. Selezionate, ora, il tipo *ANALOGUE*, spostatevi con il cursore del mouse sull'area di disegno desiderata e cliccando (e tenendo premuto) il pulsante sinistro del mouse, trascinate un rettangolo della grandezza voluta. Rilasciate il pulsante del mouse per terminare il posizionamento del grafico.
Anche i grafici si comportano come la maggior parte degli oggetti di ISIS, seppure con qualche lieve differenza. Nel contesto del presente corso, faremo notare queste differenze quando queste si evidenzieranno, ma se ne consiglia vivamente l'approfondimento nel paragrafo di riferimento del manuale.
I grafici possono essere evidenziati per l'editing nel modo usuale, con un click del pulsante destro e quindi, usando il pulsante sinistro, trascinati per una delle manigliette per ridimensionarli oppure spostare l'intero grafico.
Ora abbiamo bisogno di aggiungere al grafico il generatore e le sonde. Ciascun generatore possiede, associato ad esso, una sonda implicita così che non c'è alcun bisogno di sonde per visualizzare la forma d'onda laddove esiste un generatore. Ci sono tre modi per aggiungere al grafico le sonde e i generatori:

- Il primo metodo consiste nell'evidenziare la sonda o il generatore e quindi trascinarlo sull'area del grafico ed ivi rilasciarlo, così come faremmo se volessimo spostarlo. ISIS rileva l'operazione e capisce che state ponendo una sonda o un generatore su di un grafico, quindi, nel momento in cui rilasciate il l'oggetto sul grafico, ISIS riposiziona la sonda o il generatore nella sua posizione originale e piazza una traccia che fa riferimento allo stesso nome della sonda o del generatore. Le tracce di un grafico analogico possono essere associate sia agli assi di sinistra che di destra, semplicemente rilasciando la sonda o il generatore in prossimità dell'asse cui deve essere associato. Indipendentemente da dove posizionate la sonda o il generatore, la nuova traccia apparirà al di sotto di quelle preesistenti.

Il secondo ed il terzo metodo usano il comando *Aggiungi Traccia* del menu *Grafici*: tale comando aggiunge le tracce sul grafico attivo. Ove vi siano più grafici, quello attivo è indicato nel menu *Grafici*.

- Se si accede al comando *Aggiungi Traccia*, quando sonde o generatori non sono evidenziati, verrà aperta la finestra di dialogo *Add Transient Trace*. Potete quindi selezionare una sonda prelevandola da una lista comprensiva di tutte le sonde poste nel circuito.
- Se nel circuito vi sono sonde o generatori già evidenziati, l'uso del comando *Aggiungi Traccia* permetterà di associarli, rapidamente, ad altrettante tracce sul grafico. Vi sarà richiesto di confermare se desiderate effettuare l'operazione *Quick Add*: rispondendo *Annulla*, sarà aperta la finestra di dialogo *Add Transient Trace* come descritto precedentemente. Rispondendo *Ok*, tutte le sonde o i generatori al momento già evidenziati saranno associati ad altrettante tracce sul grafico poste in ordine alfabetico.

Usiamo allora il terzo metodo. Possiamo evidenziare le due sonde ed il generatore, sia individualmente che evidenziando tutto il circuito, trascinando un rettangolo di selezione attorno ad esso: il comando *Quick Add* ignorerà tutto ciò che non siano sonde o generatori.
Selezionate dal menu *Grafici* l'opzione *Aggiungi Traccia* rispondendo affermativamente alla richiesta.
Le tracce appariranno immediatamente sul gra-

fico (poiché abbiamo un solo grafico, questo è anche quello attivo). Per ora le tracce sono solo dei nomi posti sugli assi di sinistra ed il grafico stesso è vuoto. Se le tracce non dovessero apparire, probabilmente l'area del grafico è troppo piccola per contenerle tutte. Potete ingrandire il grafico selezionandolo, quindi trascinando un angolo fino a renderlo sufficientemente ampio.
Come detto, le tracce sono state poste in ordine alfabetico. Questo è ragionevole, ma possiamo sempre cambiarne l'ordine. Per fare ciò assicuriamoci prima che il grafico **non** sia stato già selezionato (il click destro del mouse lo cancellerebbe se ciò succede usate la funzione *Annulla* nel menu *Modifica*) e clicchiamo con il pulsante destro del mouse sul nome di una traccia da spostare o editare. La traccia viene illuminata per indicare la sua evidenziazione. Potete, allora, trascinare la traccia sia sopra che sotto con il pulsante sinistro del mouse, oppure cliccando solamente con lo stesso pulsante ma senza muovere il mouse editate la traccia. Oppure, ancora, potete premere il tasto destro sul nome evidenziato per cancellare una traccia. Per impostare le tracce nel loro modo normale (non evidenziato) premete il pulsante destro del mouse su qualsiasi area del grafico tranne che sulla traccia stessa, in quanto ciò la cancellerebbe.
C'è ancora un'operazione da fare prima di iniziare la simulazione, cioè impostare la base dei tempi della simulazione stessa. ISIS simulerà il circuito in accordo con la base dei tempi mostrata sull'asse x del grafico, che per default è 1 secondo.
Noi vogliamo invece analizzare il circuito all'interno della banda di frequenze audio, supponiamo 10kHz e ciò richiede un periodo di 100µs. Evidenziamo il grafico e clicchiamo sopra di esso con il pulsante sinistro del mouse in modo da aprire la finestra di dialogo *Modifica Grafico Transitorio*. Questa finestra ha diversi campi che vi consentono di titolare il nome del grafico, specificare i tempi di inizio e fine della simulazione (tempi indicati a sinistra e a destra dell'asse x), etichettare gli assi verticali sia di sinistra che destra (questi non sono visualizzati sul grafico *Digital*) ed infine specificare delle proprietà generali (inclusi parametri del simulatore Spice), per la simulazione. Nel nostro caso, tutto ciò che dobbiamo fare è modificare il tempo finale da `1.00` a `100u` (immettete letteralmente `100u`; ISIS convertirà tale valore in 100E-6) ed infine premete OK.
Siamo pronti per la simulazione. A questo punto vale la pena di caricare il disegno già pronto della directory "Samples\Tutorials\ASIMTUT2.DSN" per evitare che qualsiasi errore nel vostro disegno generi problemi di simulazione.

Simulazione

Per simulare il circuito potete sia usare l'opzione *Simulazione* dal menu *Grafici* che la barra spazio. Tale comando simula il vostro circuito e aggiorna il grafico attivo (quello spuntato nel menu *Grafici*) con i risultati della simulazione.
La barra stato indica quando il processo è terminato. Quando la simulazione è stata completata il grafico visualizza i nuovi dati. Il grafico parte dall'istante iniziale (che nel nostro caso è 0) e termina con il valore finale della base dei tempi impostata o quando il simulatore raggiunge una condizione di stabilità. Se la simulazione appare troppo lunga o come bloccata, premete il tasto ESC per uscire.
Viene tenuto un rapporto dell'ultima simulazione eseguita che può essere visto usando l'opzione *Visualizza Report* del menu *Grafici* oppure premendo la combinazione di tasti CTRL+V. Il rapporto di simulazione non fornisce, generalmente, risultati particolarmente utili, a meno non vi siano errori di simulazione. In tal caso esso diventa un strumento di diagnostica utile a capire le ragioni del problema. In alcuni casi, comunque, il rapporto di simulazione fornisce informazioni molto utili che non sono direttamente ravvisabili dai grafici.
Se simulate una seconda volta, potrete notare che non accade nulla di nuovo. ISIS è intelligente abbastanza per capire che nulla è cambiato nel circuito e simulare solo se necessario. Se per qualsiasi ragione volete eseguire sempre la simulazione, allora editate il grafico ed attivate l'opzione *Always Simulate*. Se volete che il rapporto contenga utili dati per capire cosa avete simulato, potete anche attivare l'opzione *Log Netlist*: ciò include nel rapporto di simulazione sia la netlist del circuito che i parametri di simulazione del simulatore Spice.

Abbiamo completato, quindi, la simulazione. Se guardiamo il grafico notiamo, comunque, quanto sia difficile ottenere i dettagli di ciò che abbiamo simulato. Per controllare che il circuito funzioni come atteso dobbiamo effettuare delle misure.

Misure

Un grafico su uno schema è considerato come un oggetto di Windows ridotto ad icona.
Quindi per effettuare misure sul grafico delle misurazioni dobbiamo prima ingrandirlo. Prima di fare ciò assicuratevi che il grafico **non** sia evidenziato (un click destro su di esso lo cancellerebbe ed un click sinistro aprirebbe la finestra di editing del grafico), quindi cliccate con il pulsante sinistro del mouse sulla barra titolo del grafico stesso; il grafico viene ingrandito e ridisegnato in una finestra di Windows.
Al di sotto della finestra del grafico appare una barra di stato per la visualizzazione della misura, degli stati e dei tempi che corrispondono alla posizione del cursore sulle tracce. Siccome è la prima volta che accediamo a tale funzione, la barra stato contiene solo un messaggio.
Le tracce sono colorate nello stesso modo delle rispettive etichette. Le tracce OUT e U1(POS IP) sono raggruppate in alto, mentre la traccia IN è al di sotto.
Per vedere le tracce in modo più dettagliato occorre separare la traccia IN dalle altre due e ciò può essere ottenuto trascinando l'etichetta IN sul lato destro del grafico.
Questa operazione fa apparire una seconda scala y a destra del grafico con un fattore di scala diverso dalla scala y a sinistra. Le tracce sembrano ora più ampie, ma questo è l'effetto della scala automatica che sceglie la risoluzione migliore per entrambe le scale. Se cliccate con il pulsante destro del mouse due volte sull'etichetta IN, questa viene cancellata ed il grafico ritorna ad essere a scala singola.
Misureremo ora due grandezze:

- Il guadagno in tensione del circuito.
- La risposta approssimata del transitorio dell'uscita sul fronte di discesa.

Queste misure sono prese con il cursore.
Ciascun grafico ha due cursori definiti come Riferimento e Cursore primario. Il cursore di riferimento è visualizzato in rosso ed il primario in verde. Un cursore è agganciato ad una traccia quando è indicata una piccola X a cavallo della traccia stessa. Inoltre è visualizzato un piccolo trattino in corrispondenza dell'asse y che si sposta seguendo la posizione della X per facilitare la lettura sugli assi. Se vi spostate usando i tasti cursore della vostra tastiera, allora il cursore grafico si sposterà di una quantità pari alle divisioni dell'asse x.
Posizioniamo ora il cursore di riferimento. Notate che per entrambi, cioè per il cursore di riferimento e quello secondario, sia i tasti che le azioni sono le stesse. L'unica differenza è che il tasto CTRL della tastiera serve a selezionare il cursore di riferimento, che è quello meno usato; per cui se dobbiamo accedere al cursore di riferimento, dobbiamo eseguire le stesse operazioni, ma con il tasto CTRL sempre premuto.
Per posizionare un cursore dovete puntare il puntatore del mouse su una traccia grafica (**non** l'etichetta) e quindi cliccare il pulsante sinistro del mouse. Se fate questa operazione con il tasto CTRL premuto, posizionerete (o sposterete) il cursore di riferimento. Viceversa, se non premete il tasto CTRL, allora state piazzando o spostando il cursore primario.
Se tenete premuti sia il pulsante del mouse che il tasto CTRL, potete trascinare il cursore di riferimento dove volete. Premete e tenete premuto il tasto CTRL e spostate il cursore sul lato destro del grafico al di sopra di entrambe le tracce ed infine premete il pulsante sinistro del mouse: dovreste vedere il cursore di riferimento apparire, colorato in rosso. Trascinate il cursore (tenete premuto sempre il tasto CTRL) fino a circa 70u o 80u sull'asse x. Il titolo sulla barra stato sarà rimosso ed al suo posto saranno visualizzati il tempo (in rosso a sinistra) e la tensione della traccia selezionata (a destra).
Potete spostare un cursore lungo la direzione X usando i tasti sinistra e destra della tastiera, oppure i tasti su e giù per agganciare un cursore alle tracce. I tasti sinistra e destra spostano il cursore fino al limite sinistro e destro del grafico, rispettivamente.
Con il tasto CTRL sempre premuto provate a premere i tasti sinistra/destra sulla tastiera per spostare il cursore di riferimento di una divisio-

Questa pagina

potrebbe descrivere

EFFICACEMENTE

...I TUOI

PRODOTTI!

Scopri le nostre offerte
scrivi a:
pubblicita@farelettronica.com
oppure chiama:
02.66504794
02.66504755

ne orizzontare la volta.
Ora ponete il cursore primario della traccia OUT tra 20u e 30u. La procedura è esattamente quella vista per il cursore di riferimento, eccetto che non dovrete tenere premuto il tasto CTRL. Sia il tempo che il valore della tensione sono ora indicati sulla barra di stato.
Sono pure visualizzate le differenze tra entrambi i tempi e le tensioni dei due cursori. La differenza di tensione tra i due cursori dovrebbe essere attorno ai 100mV. L'impulso di ingresso dovrebbe avere un'ampiezza di 10mV, quindi l'amplificatore ha un guadagno in tensione di circa 10. Notate che il valore è positivo poiché il cursore primario è sopra il cursore di riferimento (il valore delta è calcolato come Primario-Secondario).
Possiamo anche misurare il tempo del fronte di discesa misurando il tempo relativo tra due cursori posizionati su entrambi i lati del fronte. Questo può essere fatto sia trascinando con il mouse che con i tasti cursore della tastiera (non dimenticate di tenere premuto CTRL per il cursore di riferimento). Il cursore primario dovrebbe essere a destra della curva e quello di riferimento posto nell'angolo all'inizio del fronte di discesa. Dovreste misurare un fronte di discesa minore di 10µs.

Uso delle sonde di corrente

Ora che abbiamo terminato con le nostre misure, possiamo ritornare al circuito. Possiamo ridurre il grafico nel modo usuale di Windows oppure più velocemente premendo ESC sulla tastiera. Useremo ora una sonda di corrente per esaminare il flusso di corrente nella linea di retroazione attraverso R4.
Le sonde di corrente sono simili a quelle di tensione, ma con una importante differenza: richiedono una direzione associata ad esse. Le sonde di corrente funzionano aprendo effettivamente il circuito inserendovi, poi, in serie la sonda stessa. Pertanto, tale sonda deve sapere la direzione del flusso di corrente rispetto alla connessione in cui è stata inserita.
Ciò risulta semplicemente dal modo in cui è stata posta. Con l'angolo di orientamento di default (freccia verso l'alto a destra) la sonda misura un flusso di corrente in una connessione orizzontale, da sinistra a destra. Per misurare la corrente in una connessione verticale occorre ruotare la sonda a 90° o 270°.
Di conseguenza, porre la sonda con un angolo sbagliato è un errore, che sarà riportato nel momento in cui viene effettuata la simulazione. In dubbio, la freccia nel simbolo della sonda di corrente indica la direzione del flusso.
Selezionate ora una sonda di corrente tramite l'icona *Sonda Di Corrente*. Cliccate sull'icona *Rotazione* (quella con rotazione in senso orario) fino a che la freccia è orientata verso il basso. Quindi porre la sonda sulla connessione verticale tra il reoforo destro di R4 e il piedino 6 di U1.
Aggiungete la sonda sul lato destro del grafico evidenziando e poi trascinando la sonda sul grafico ridotto ad icona. La scala destra del grafico è un ottima scelta per le sonde di corrente poiché, spesso, le scale sono differenti di diversi ordini di grandezza rispetto alle sonde di tensione.
Per ora non ci sono tracce per le correnti, premete quindi la barra spazio per simulare. Apparirà una traccia che si riferisce alla corrente misurata.
Anche con il grafico ridotto, possiamo già verificare che la corrente della linea di retroazione segue la forma d'onda del segnale in uscita. La corrente cambia tra 10µA e 0 agli estremi della traccia. Se lo desiderate potete ingrandire il grafico per esaminare meglio le tracce.

Analisi di Frequenza

Oltre l'analisi del transitorio, ci sono numerose altre analisi disponibili per le simulazioni di circuiti analogici e si usano in modo simile, con grafici, sonde e generatori anche se conducono a risultati diversi.
Il tipo di analisi che considereremo ora è l'analisi di frequenza. In un'analisi di frequenza, l'asse x è nel dominio delle frequenze (su scala logaritmica) e sia ampiezza che la fase sono visualizzate sugli assi y.
Per eseguire un'analisi di frequenza è necessario un grafico *Frequency*. Cliccate sull'icona *Grafici* per visualizzare i grafici disponibili e selezionate il tipo *Frequency*. Quindi posizionate il grafico sullo schema come visto prima, cioè trascinando un rettangolo di selezione con il pulsante sinistro del mouse premuto. Non c'è bisogno di

cancellare il grafico per l'analisi del transitorio già esistente. Ora aggiungeremo entrambe le sonde di tensione OUT e U1(POS IP). In un grafico per l'analisi di frequenza i due assi y (asse di sinistra e destra) hanno uno speciale significato: L'asse di sinistra visualizza l'*ampiezza* del segnale, mentre quello di destra la sua *fase*. Per visualizzarle entrambe dobbiamo aggiungere le due sonde sia sull'asse a sinistra che a quello di destra. Evidenziate e trascinate la sonda OUT a sinistra nel grafico e poi ancora a destra. Ciascuna traccia ha un colore differente come usuale ma esse hanno lo stesso nome. Ora ripetete per la sonda U1(POS IP) ma solo sul lato sinistro all'interno del grafico.
I valori di Ampiezza e Fase devono essere correlate ad una quantità di riferimento. In ISIS questo riferimento è il Generatore di Riferimento (*Reference Generator*) che fornisce sempre un'uscita di 0dB (1 volt) a 0° (in regime sinusoidale). Ogni altro generatore viene ignorato per un'analisi di frequenza.
Per specificare come riferimento il generatore IN dovete semplicemente trascinarlo dentro il grafico come fareste per una sonda. ISIS assume che, poiché questo è un generatore, la vostra intenzione era di considerarlo come riferimento dell'analisi di frequenza.
Ricordate che se non assegnate un riferimento, tale simulazione non sarà eseguita correttamente.
Non c'è bisogno di editare le proprietà del grafico, poiché i limiti di frequenza imposti per default sono sufficienti per i nostri scopi. Comunque, se volete farlo puntate sul grafico e premete la combinazione di tasti CTRL-E (un altro modo veloce di editare un oggetto). Vedrete che la finestra di dialogo *Modifica Grafico in Frequenza* è leggermente diversa da quella che avevate visto per il caso dell'analisi del transitorio.
Non c'è alcun bisogno di etichettare gli assi in quanto il loro uso è insito nell'analisi stessa. Trovate però una casella per impostare l'asse delle Ampiezze in dB. Tale impostazione è la migliore scelta.
Ora premete la barra spazio (con il mouse sopra il grafico stesso). Quando terminato, cliccate con il pulsante sinistro del mouse sulla barra titolo del grafico per ingrandirlo. Consideriamo inizialmente la traccia dell'ampiezza di OUT.

Codice MIP 247107

Possiamo notare che il guadagno all'interno della banda di frequenza ad ampiezza lineare è di 20dB (come atteso) e la banda di frequenza stessa in tali limiti va da 50Hz a 20kHz.
I cursori funzionano nella stessa maniera vista in precedenza. Potete provare voi stessi per verificare la suddetta affermazione. La traccia della fase di OUT mostra la distorsione di fase attesa agli estremi della risposta, riducendosi a circa -90° esattamente all'estremità destra del grafico, cioè alla frequenza a cui corrisponde la risposta a guadagno unitario.
L'effetto passa-alto provocato dalla capacità di ingresso del circuito di polarizzazione può essere chiaramente osservato se esaminiamo il grafico delle ampiezze di U1(POS IP). Notare che la scala x è logaritmica, quindi per apprezzare meglio i valori sugli assi è meglio utilizzare i cursori.

Analisi di Variabilità

Con ISIS è possibile vedere come cambiano le caratteristiche del circuito al variare dei parametri. Ci sono due tipi analisi diverse che vi consentono di valutare questi comportamenti: *DC Sweep* e *AC Sweep*. Un grafico *DC Sweep* visualizza una serie di valori operativi del circuito (polarizzazioni, punti di lavoro ecc.) rispetto alla variazione di una variabile, mentre il grafico *AC Sweep* visualizza una serie di analisi in frequenza, sia in ampiezza che in fase esattamente come per il grafico Frequency.
Tali forme di analisi sono simili per cui considereremo solo la *DC Sweep*. La corrente di ingresso che fluisce in U1 è influenzata dal valore dei due resistori di polarizzazione R1 ed R2. Vogliamo vedere come varia il potenziale di polarizzazione alterando i valori di entrambi i resistori.

Per iniziare, posizionate un grafico DC Sweep in uno spazio vuoto del disegno. Quindi evidenziate la sonda di tensione U1(POS IP) e trascinatela dentro il grafico verso il lato sinistro. Ora dobbiamo impostare il campo di variabilità; facciamo questo editando il grafico, premendo CTRL-E dopo averlo puntato con il mouse. Nella finestra di dialogo *Modifica Grafico DC Sweep*, impostiamo il nome della variabile, il suo valore iniziale e finale ed il numero di passi in cui la variabile sarà fatta variare tra i limiti imposti. Supponiamo ci interessi esaminare cosa accade quando i resistori hanno valori compresi tra 100kΩ a 5MΩ, quindi impostiamo i campi Valore Iniziale `100k` e Valore Finale a `5M`. Clicchiamo su *OK* per accettare i valori.
Naturalmente i due resistori R1 ed R2 richiedono di essere alterati per renderli variabili. Per fare questo, editiamo R1 e cambiamo il suo valore da `470k` a X. Notare che avevamo lasciato il nome della variabile X come default quando avevamo editato il grafico. Ripetete per R2 in modo da impostare il suo valore a X.
Ora possiamo simulare il grafico puntando su di esso con il mouse e premendo la barra spazio. Ora ingrandiamo il grafico e notiamo subito che il valore di polarizzazione si riduce con l'aumentare della resistenza delle rete di polarizzazione. A 5MΩ la polarizzazione è alterata in modo significativo. Naturalmente alterando questi due resistori anche la risposta in frequenza viene ad alterarsi.
Lasciamo al lettore il compito di eseguire un'analisi *AC Sweep*, diciamo a 50Hz, per verificare come la variazione di tali resistori alteri la risposta alle basse frequenze.
Tali analisi sono estremamente utili al progettista in quanto consentono di valutare sia quale sarà l'impatto sui lotti di produzione causato dalle tolleranze dei componenti che per esaminare eventuali sezioni critiche che è necessario ottimizzare.

Analisi del rumore

Il tipo di analisi che andremo a valutare al termine del corso è l'analisi di rumore (*Noise analysis*). Per tale forma di analisi il simulatore andrà a considerare l'ammontare complessivo del rumore termico generato dai componenti. I contributi del rumore saranno addizionati (dopo averne calcolato la radice quadrata) ei risultati saranno posti in un grafico riferiti alla larghezza di banda del rumore.
Ci sono alcune importanti peculiarità nell'analisi di rumore:

- Il tempo di simulazione è direttamente proporzionale al numero di sonde di tensione e generatori nel circuito, poiché ciascuno di essi deve essere considerato.
- Le sonde di corrente non hanno significato nell'analisi di rumore e quindi sono ignorate.
- Una quantità enorme di informazioni sono presenti nel rapporto di simulazione.
- PROSPICE calcola il rumore sia di ingresso che di uscita. Per calcolare il rumore di ingresso deve essere definito un valore di riferimento e ciò può essere fatto trascinando un generatore nell'area del grafico, così come fatto per l'analisi di frequenza. In questo modo il rumore di ingresso sarà mostrato come rumore equivalente per ciascuna delle sonde di tensione nel circuito.

Per eseguire un'analisi di rumore dobbiamo prima riportare R1 ed R2 a 470kΩ. Selezionate il tipo di grafico *Noise* e piazzatelo in una zona vuota del disegno.
Ciò che interessa per i nostri scopi è il rumore d'uscita, quindi evidenziamo la sonda OUT e trasciniamola dentro il nuovo grafico. Lasciamo pure i valori di default per la simulazione in quanto essi risultano adeguati allo scopo, comunque, abbiamo ancora bisogno di definire come riferimento il segnale di ingresso del generatore IN.
La finestra di dialogo *Modifica Grafico Rumore* ha un'opzione che permette di visualizzare i risultati in dB.
Se usate questa opzione sappiate che 0dB sono considerati come 1 volt r.m.s. Chiudete la finestra di dialogo premendo *Annulla*. Simulate il grafico nel modo usuale. Quando il grafico è ingrandito, la prima cosa che notate è che i valori di questo tipo di analisi sono estremamente piccoli (nV nel nostro caso) come potreste attendervi da un analisi di rumore di questo tipo.
Ma come facciamo ad isolare le sorgenti di rumore del nostro circuito? La risposta è: il

rapporto di simulazione. Visualizzate quindi tale rapporto premendo la combinazione di tasti CTRL+V. Scorrete il rapporto fino a vedere una linea di testo che inizia con: `Total Noise Contributions ...`
Al di sotto di questa linea vi è l'elenco dei contributi delle sorgenti individuali di rumore (nell'intero campo di frequenze) per ciascun elemento circuitale che produce rumore.
La maggior parte degli elementi sono all'interno dell'amplificatore operazionale, ed hanno il prefisso `U1_`.
Se selezionate l'opzione *Traccia I Contributi Spettrali* nella finestra di dialogo *Modifica Grafico Rumore*, potete visionare una quantità ancora maggiore di dati che mostrano il contributo di ciascun elemento per ciascun punto di frequenza.

Nota: i risultati dell'analisi di rumore sono limitati dall'accuratezza dei modelli utilizzati per i componenti. Molti modelli sono oggi ridotti a blocchi funzionali, chiamati macro-modelli.
Tale tecnica di modellazione se da un lato assicura tempi di simulazione estremamente ridotti, dall'altro può fornire risultati riguardo l'analisi di rumore solo approssimativi o, a volte, del tutto inadeguati.

CONCLUSIONI

Termina qui il nostro mini-corso sull'uso di Proteus. Adesso è compito vostro fare molta pratica e diventare esperti.
Vi ricordiamo che è a vostra disposizione il forum dedicato a Proteus sul sito www.farelettronica.com che potrete usare per scambiare idee e commenti o per trovare consigli utili da parte di utenti che usano il programma anche da molto tempo.
A questo punto non ci resta che augurarvi... Buona progettazione!

Codice MIP 247092

Lo so tutto!!!

Risposta al quesito codice LST24610

Affinché un segnale avente una certa banda B sia campionato correttamente e sia quindi ricostruibile a partire dai suoi campioni, è necessario che la frequenza di campionamento sia maggiore del doppio della banda del segnale. Nel testo del quesito il segnale di banda 5KHz viene infatti campionato con una cadenza di 90µs che corrisponde ad una frequenza di circa 11KHz. Per utilizzare lo stesso sistema per gestire una segnale avente banda 10KHz sarà necessario aumentare la frequenza di campionamento che ora dovrà essere maggiore di 20KHz. Una soluzione è quella di raddoppiare la frequenza di campionamento dimezzando semplicemente il valore della capacità C o dimezzando la resistenza R.

Il vincitore di SETTEMBRE 2005 (Vincitore LST24809)
I nostri complimenti a Gianluca Fabrizi di Roma
che vince un abbonamento a Fare Elettronica!

Le so tutte!!!

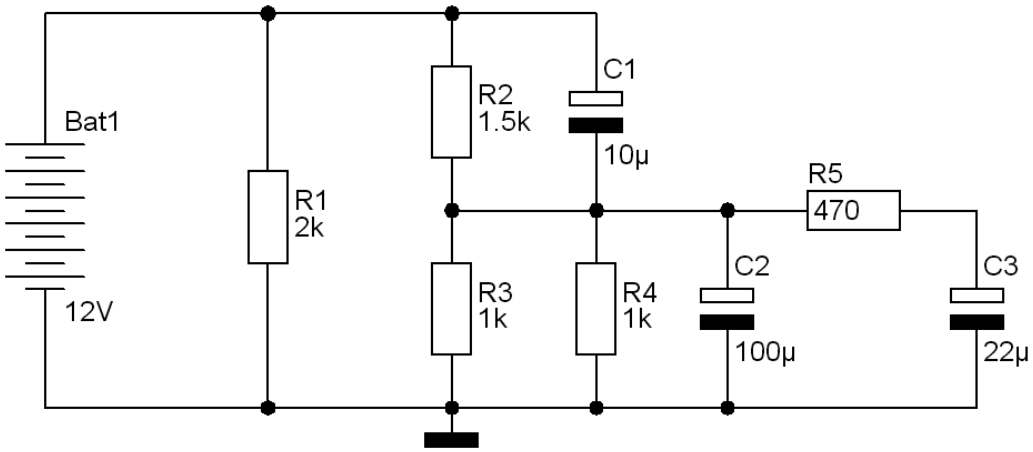
Metti alla prova le tue conoscenze e le tue capacità rispondendo al quesito, se la risposta si rivelerà esatta potrai vincere l'esclusiva felpa pile di Fare Elettronica.

Ogni mese sulle pagine della rivista troverai la soluzione del quesito del mese precedente e il nome del vincitore di uno dei quesiti pubblicati. Tutti i partecipanti riceveranno un coupon del 10%* di sconto utilizzabile per un acquisto nello shop di **www.farelettronica.com**.

* Validità 3 mesi

Quesito - LST24711

Data la rete RC di figura, determinare la tensione di lavoro dei condensatori elettrolitici C1, C2 e C3.



Scadenza: il termine ultimo per rispondere è il 31 Gennaio 2006

Regolamento

1) Il quiz è aperto a tutti i lettori.

2) Saranno considerate esclusivamente le risposte pervenute entro la scadenza indicata nel quesito.

3) Inviare la risposta compilando il modulo su **www.farelettronica.com/lesotutte**.

La Passione

per il servizio completo

dinamo

Codice MIP 247111

Riflettori su...

VR Stamp:

È l'ultimo nato in casa Sensory, un modulo DIP40 contenente tutte le più innovative tecnologie di riconoscimento e sintesi vocale.
VR Stamp è il modo più semplice e veloce per aggiungere il riconoscimento vocale alla vostra applicazione, riducendo significativamente i costi ed i tempi di sviluppo.

VR STAMP

VR Stamp semplifica notevolmente l'integrazione di riconoscimento e sintesi vocale in qualsiasi prodotto, grazie alla combinazione di tutti i componenti necessari in un modulo a 40 pin Dual-In-Line e, grazie a queste caratteristiche, si rende particolarmente adatto in fase di prototipazione. Utilizzando gli appositi strumenti, è possibile scaricare l'applicazione nel *VR Stamp* che in questo modo risulta pronto per essere inserito nello zoccolo predisposto sulla vostra scheda.
VR Stamp dispone di 24 linee di I/O oltre alle connessioni per l'alimentazione, microfono, altoparlante e comunicazione RS232 in livelli TTL.

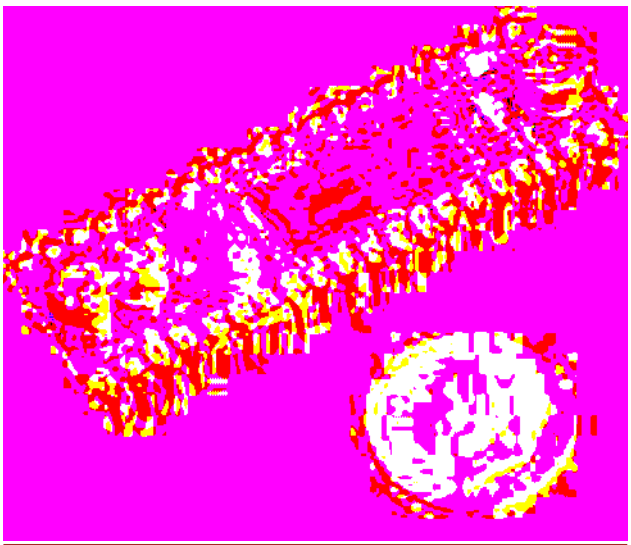


Figura 1 Il modulo VR Stamp

Caratteristiche

Ecco le principali caratteristiche del modulo *VR Stamp*:

- Processore RSC4128 con 1Mbit FLASH
- 128Kb serial EEPROM per i dati
- Clock a 14,3MHz (il principale) ed a 32,768KHz (timer)
- 24 Linee di I/O
- Preamplificatore microfonico
- Uscita PWM per pilotaggio diretto dell'altoparlante
- Uscita DAC per amplificatore esterno
- Tensione di alimentazione: 2,7-3,6VDC
- Consumo in attività: 26mA (@3V)
- Consumo in modalità sleep: <20mA (@3V)

Per sfruttare al meglio le caratteristiche del modulo, Sensory fornisce le librerie FluentChip che, oltre a mettere a disposizione tutte le funzioni (in Assembler o in C) per la gestione del micro, garantiscono le seguenti caratteristiche:

- Riconoscimento vocale Speaker Independent (SI) e Speaker Dependent (SD) con alta immunità al rumore.
- Numerosi modelli di linguaggio e dizionari per uso internazionale.
- Compressione ad alta qualità da 2,4kbps fino a 10,8kbps.
- Effetti sonori grazie alla tecnologia Sensory SX.
- Riconoscimento biometrico con la tecnologia Sensory SVWS.
- Sintesi musicale ad 8 voci MIDI-compatibile.
- Sintesi Touch Tone (DTMF).

Riconoscimento vocale in DIP40

- Risveglio via audio da modalità a basso consumo.

STRUMENTI DI SVILUPPO

Con *VR Stamp* il riconoscimento vocale diviene incredibilmente facile da implementare grazie anche agli strumenti di sviluppo dedicati a questo innovativo modulo.
È infatti disponibile una scheda di programmazione dotata di zoccolo ZIF in cui inserire il modulo *VR Stamp* per la fase di programmazione.
La scheda si collega al PC via USB e dispone di un microfono ed una uscita altoparlante grazie ai quali è possibile usare il programmatore anche come scheda di sviluppo per la messa a punto dell'applicazione.

IL VR STAMP TOOLKIT

Per chi desidera avere a disposizione tutti gli strumenti possibili, è disponibile il Toolkit che contiene tutto il necessario per sviluppare applicazioni di riconoscimento vocale utilizzando il modulo VR Stamp, mettendo a disposizione dello sviluppatore i migliori strumenti e le più innovative tecnologie di riconoscimento e sintesi vocale.
Il toolkit comprende:

- 2 moduli VR Stamp.
- 1 scheda di programmazione.
- Compilatore C con chiave hardware.
- Software Quick Synthesis(TM) per la compressione audio.
- Software Quick Text-To-SI Lite (QT2SI-Lite) per la creazione di comandi vocali Speaker Independent.
- Librerie con tecnologia FluentChip.
- Altoparlante.
- Cavo USB.
- Alimentatore.

RIFERIMENTI

Per ulteriori informazioni sul modulo *VR Stamp* ed i relativi strumenti di sviluppo, consultare il sito www.vrstamp.it da cui è possibile scaricare la manualistica ed alcune utili application notes.

Netwaves
Via Cadorna, 27/31 – 20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504794 Fax 02.66508225
info@netwaves.it – www.netwaves.it

Codice MIP 247112

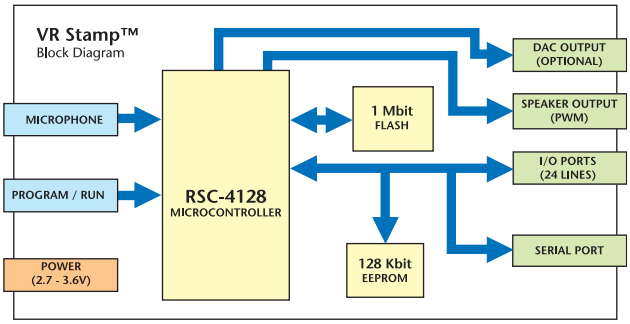


Figura 2 Schema a blocchi del modulo VR Stamp

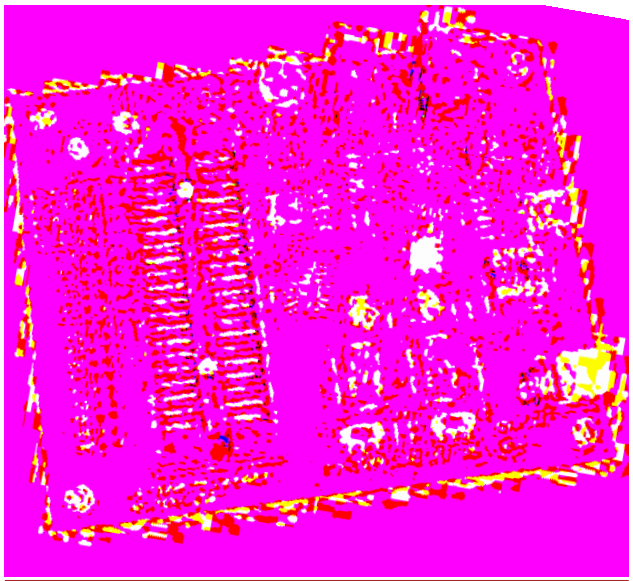


Figura 3 La scheda di programmazione e sviluppo per VR Stamp

Sì approfitto della fantastica occasione e mi abbono a 11 numeri di Fare Elettronica e pagherò solo € 45,00

FE - 247

DATI PERSONALI

Nome .....

Cognome .....

Via ..... n° ....

Cap ..... Città ..... Prov ....

Tel ..... Fax .....

Email .....

Ragione Sociale .....

P.Iva ..... ❍ Ricevuta

Privacy. Ai sensi del Decr. Lgs. 196/2003 la informiamo che i dati trasmessi verranno impiegati coi principali scopi di indagini di mercato e nelle modalità previste dallo stesso, prevalentemente con mezzi informatici. Il conferimento, di norma facoltativo, è obbligatorio per permettere il rapporto commerciale. È in ogni caso fatto diritto dell'interessato esercitare i propri diritti, nei modi previsti dal "Titolo II art. 7" della legge sopra citata, scrivendo a Inware Edizioni Via Cadorna 27 – 20032 Cormano o trmite email a info@inwaredizioni.it

ABBONATI SUBITO

Compila, ritaglia e spedisci via fax questo coupon allo **02-66508225**

Spedisci questa pagina in busta chiusa a:
INWARE Edizioni
Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)

Chiamaci allo **02-66504794**

Abbonati on-line sul sito
www.farelettronica.com/abbonamento

MODALITÀ DI PAGAMENTO

❍ **CARTA DI CREDITO**

❑ American Express ❑ Visa ❑ Mastercard

Titolare .....

n° ..... scad .....

❍ **VERSAMENTO SUL CCP 22790232**

Allegare la ricevuta (o copia) del versamento intestato a Inware Srl, indicando nella causale: "Abbonamento Fare Elettronica"

❍ **BONIFICO BANCARIO**

Appoggiarlo su: **Poste Italiane - CIN: Z - ABI: 07601 CAB: 01600 - C/C: 000022790232** intestato ad **Inware srl**

❍ **ALLEGO UN ASSEGNO**

intestato a Inware Srl

Firma .....

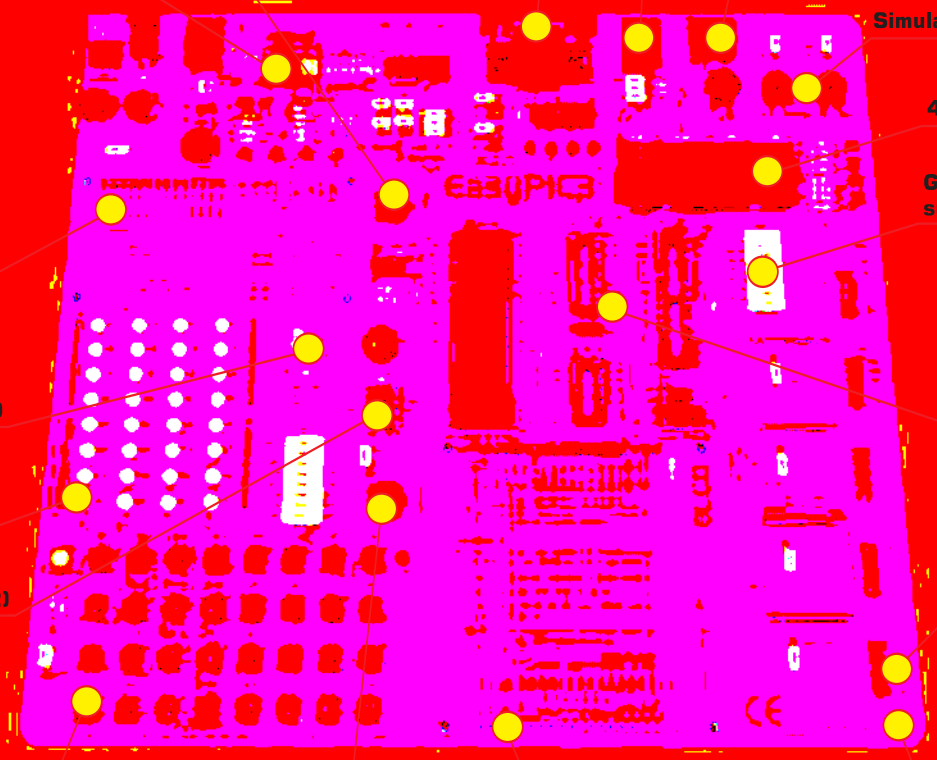
Abbonati subito!

- ✔ **Risparmierai ben 15,50 euro sul prezzo di copertina**
- ✔ **Avrai la garanzia del prezzo bloccato per un anno**
- ✔ **La rivista ti sarà recapitata comodamente a casa**
- ✔ **Compreso con l'abbonamento (o il rinnovo) riceverai un buono sconto del 20%* per un tuo prossimo acquisto sul sito www.farelettronica.com**
- ✔ **Compila il cedolino qui a fianco e invialo in busta chiusa o via fax, riceverai un gradito regalo a sorpresa**

* Validità 3 mesi

INWARE EDIZIONI

EasyPIC3



La rivoluzionaria scheda
di sviluppo per PICmicro
oggi ancora più potente e conveniente

Acquistala subito su
www.farelettronica.com/ep3

SCUOLA RADIO ELETTRA

Radiante nevosa

Sigaretta

Cassetta Nuova Cut
(Pop-Stilo)

Se sottoscrivono 1) Radiofonografo
2) Radiofonografo 3) Radio a sonoro
Regale 4) Radiofonografo 5) Radio
Regale Microprocessi...

Vasto Radio Elettra
Via Ricchezza Tornano Radiofonografo

Codice MIP 247116